



**MARCO  
PAULO  
TAVARES  
DE MATOS**

**PERCURSO DE UM PROJECTO NO SECTOR  
AUTOMÓVEL - CASO DE ESTUDO**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em MIEM, realizada sob a orientação científica do Doutor Carlos Alberto Moura Relvas, Professor auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro e do Doutor António Manuel Amaral Ramos Professor auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica.



## **O júri**

presidente

Professora Doutora Margarida Isabel Cabrita Marques Coelho  
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

Arguente Principal

Professora Doutora Irene Sofia Carvalho Ferreira  
Professora Adjunta, Instituto Politécnico de Leiria- Escola Superior de  
Tecnologia e Gestão

Orientador

Professor Doutor Carlos Alberto Moura Relvas  
Professor auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da  
Universidade de Aveiro

Co-orientador

Professor Doutor António Manuel de Amaral Ramos  
Professor auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da  
Universidade de Aveiro

## ***Agradecimentos***

Este espaço é dedicado àqueles que deram a sua contribuição para que esta dissertação fosse realizada. A todos os que, de forma direta ou indireta, me apoiaram ou incentivaram aqui ficam os meus sinceros agradecimentos.

Em primeiro lugar agradeço ao Prof. Doutor Carlos Relvas e o Prof. Doutor António Ramos pelo apoio e disponibilidade demonstrados ao longo deste processo, que acabou por se arrastar mais do que eu pretendia, e que mesmo assim, sempre que procurei, nunca me faltou a orientação e apoio. Por me receberem com cordialidade, atenção, continuarem a acreditar no projeto e a depositarem confiança no seu desenvolvimento.

Gostaria também de agradecer ao meu círculo familiar e de amizade mais próximo que compreendeu as ausências, e por respeitarem a forma como geri o meu tempo para que pudesse concluir esta tese.

Por último são também dignos de uma nota de apreço os colegas de trabalho pelo apoio e esclarecimentos prestados.

## **Palavras-chave**

[Injeção de plásticos]  
[Indústria automóvel]  
[Moldes]  
[Engenharia]  
[Desenvolvimento de produto]

## **Resumo**

Com este trabalho, pretende-se fornecer informação auxiliar para futuros engenheiros envolvidos em processos produtivos de peças plásticas na indústria automóvel. Para que mais rapidamente se possam integrar na estrutura e procedimentos de desenvolvimento de produto a nível organizacional onde venham a contribuir. Que possam ver a área de desenvolvimento de produto como uma área desafiante e exigente por estar inserida na Indústria Automóvel, onde a complexidade é conquistada pela persistência e pelo método.

Observando a concorrência entre as indústrias de componentes para automóveis, a luta pela conquista dos mercados nacional e internacional, percebeu-se que a metodologia de gestão de projeto e produto é um elemento que propicia um diferencial competitivo. Surgiu portanto a necessidade de avaliar os processos e ferramentas existentes na empresa, usando para isso a análise do processo de desenvolvimento, produção e validação de um componente automóvel.

Este estudo culminou na análise crítica dos sistemas usados para seguimento e gestão de projeto de forma a reduzir custos, tempo e propiciar ganho de produtividade e de qualidade, além de atender as exigências dos clientes.

## ***Keywords***

[Plastic Injection]

[Automobile Industry]

[Molds]

[Engineering]

[Product development]

## ***Abstract***

This work is intended to provide information to assist future engineers involved in processes of plastic parts in the automotive industry. For a faster integration of the structure and procedures of product development within the organizational structures. So that they can see the product development as a challenging and demanding area in the automotive industry, where complexity is conquered by persistence with a methodical routine.

Observing the competition between the industries of automotive components, the struggle for the national and international markets, it was realized that the methodology of project and product management provides a competitive edge. Hence arose the need to evaluate existing processes and tools in the company, using it for the analysis of the process of development, production and validation of one car component.

This study culminated in the critical analysis of systems used for tracking and project management in order to reduce cost, time and provide increased productivity and quality, in addition to meeting the requirements of customers.

# Índice Geral

Agradecimentos .....	iii
Palavras-chave.....	iv
Resumo.....	iv
Keywords.....	v
Abstract .....	v
Índice Geral .....	vi
Índice de Tabelas.....	x
Índice de Figuras .....	xi
Lista de Siglas, Abreviaturas e Acrónimos.....	xiii
1. Os componentes automóveis na Indústria de Plásticos. ....	1
1.1 A indústria automóvel em Portugal .....	1
1.2 A Renault - o desenvolvimento da indústria de componentes em Portugal .....	2
1.3 A AutoEuropa - o principal investimento estrangeiro efetuado em Portugal .....	2
1.4 Indústria de componentes automóveis em Portugal.....	3
1.5 A Simoldes Plásticos – breve apresentação .....	4
1.6 Integração do fabrico de moldes e da injeção de plásticos no Grupo Simoldes .....	6
2. O processo de gestão de projetos e engenharia de produto na indústria de plásticos de peças de automóveis.....	7
2.1 Caracterização do sistema de referência para gestão de projetos da divisão de plásticos do grupo Simoldes - SPPS.....	13
2.2 Descrição das cinco fases de um projeto de acordo com metodologia SPPS: .....	13
2.2.1 Cotação de propostas.....	13
2.2.2 Desenvolvimento <i>design</i> e conceito do produto .....	13
2.2.3 Desenvolvimento <i>design</i> e conceito do processo .....	14
2.2.4 Arranque produção pré-série.....	14
2.2.5 Início da produção .....	14
2.3 Descrição dos três tipos de marcos definidos no SPPS .....	15
2.4 Descrição e caracterização dos subsistemas de gestão de projetos Simoldes .....	17
2.4.1. Sistema de Gestão de Pessoal.....	17
2.4.2 Sistema de Gestão de Projetos (SGP).....	18
2.4.3. Sistema Gestão Engenharia (SGE) .....	18

2.4.4 Base de dados central XPERT .....	20
3. O processo de desenvolvimento conduzido na empresa desde caderno de encargos até peça final.....	21
3.1. Descrição dos processos .....	22
3.2. Propostas e consultas de clientes .....	22
3.3. Desenvolvimento do produto e processo .....	23
3.4 Fase de Benchmarking ao produto/conceitos .....	25
3.5 FMEA Design de produto e processo .....	25
3.6 Analisar lista de materiais (BOM).....	25
3.8 Verificar a exequibilidade do produto .....	26
3.8.1 Confirmação da disponibilidade do caderno de encargos e todas as especificações do produto.....	27
3.8.2 Conformidade do produto para reciclagem.....	27
3.8.3 Verificar se estão definidos: Isostatismo, tolerâncias, folgas e sobreposições e os <i>locais para controlo</i> dimensional .....	27
3.8.4 Considerar processo e cinemática de montagem, incluindo sistemas anti erro (Poka-Yoke).....	27
3.8.5 Considerar o estudo reológico (enchimento, refrigeração e empeno). .....	28
3.8.6 Verificar se a Injeção está definida (localização, dimensão ataques e canais, necessidade de desmoldagem/postiços e adaptação da peça);.....	29
3.8.7 Verificar se o comportamento mecânico/térmico/impacto foi validado por elementos finitos considerando a matéria-prima?.....	29
3.8.8 Considerar o cumprimento da regulamentação de segurança e segurança operadores. ....	29
3.8.9 Verificar se são explícitos os vetores de desmoldagem da peça e movimentos, assim como linhas de junta do molde e divisão de postiços?.....	29
3.8.10 Verificar se o modelo 3D foi simplificado para eliminar no molde zonas frágeis e zonas de difícil desmoldagem (incluir necessidades de produção e processo). ....	30
3.8.11 Verificar se a textura foi completamente definida (zonas, limites, fins de peça) e ângulos saída implementados.....	30
3.8.12 Verificar se foram definidos os locais e conteúdo das gravações.....	32
3.8.13 Considerar o tipo de embalagem que a geometria e requisitos do produto implicam para garantir as características finais.....	33
3.8.14 Verificar se os ficheiros 3D,2D são finais e divulgados incluindo componentes (relações de espessura, zonas críticas de enchimento / compactação / variações de espessura). ....	33
3.8.14 Verificar se foi analisada a capacidade de produção dos moldes.....	33



3.9 Especificar meios de produção - ferramenta molde e outros equipamentos .....	33
3.9.1 O Projeto de refrigeração do molde e especificações de standardização/construção do molde .....	34
4 Fabrico e Industrialização (Pré-série) .....	35
4.1 Informação técnica a constar num <i>dossier</i> de produto completo: .....	35
4.2 Guia para assistir a ensaios de molde .....	35
4.3 Check list de potenciais problemas na peça .....	37
4.4 Check list de potenciais problemas no molde.....	39
4.5 Controlo do molde, receção e arquivo do <i>dossier</i> .....	43
5. Seguimento do processo de gestão do produto desde adjudicação à entrega para produção série com peças tipo.....	44
5.1 Peça tipo: Pilar A.....	44
5.1.1 Identificação da peça tipo – Pilar A.....	44
5.1.2 Especificações do Pilar A .....	45
5.1.3 Abertura do projeto e da peça nos sistemas internos de gestão .....	46
5.1.4 Análise superfícies de design para produção e início da ficha técnica do produto .....	46
5.1.5 Definições do produto – Plano peça .....	47
5.1.6 Estrutura técnica usual num pilar A .....	50
5.1.7 Insonorização e proteção da peça para transporte .....	51
5.1.8 Criação de sistemas anti-erro para montagem de componentes.....	52
5.1.9 Marcações e identificação do pilar A .....	52
5.1.10 Análise funcional da peça e FEMEA de Design do Pilar A .....	53
5.1.11 Definição do tipo injeção .....	57
5.1.12 Especificação das ferramentas molde.....	58
6 Análise crítica das soluções apresentadas com as informações disponíveis na bibliografia e estudadas no meio académico.....	59
6.1 Análise SWOT .....	59
7 Conclusões.....	61
8 Referências Bibliográficas .....	63
9 Anexos .....	64
9.1 Anexo A .....	65
9.3 Anexo C.....	67
9.3.1 Bi-injeção e combinação de materiais como sobremoldagem .....	67

9.4 Anexo D .....	68
9.4.1 Soldadura e compatibilidade de materiais.....	68

## Índice de Tabelas

Tabela 1.	Mapa de processos por grupos de gestão e áreas de conhecimento [1] .....	12
Tabela 2.	Exemplo de BOM simplificada.....	26
Tabela 3.	Temperatura processamento de materiais injeção (informação genérica).....	41
Tabela 4.	Causa efeito dos problemas do processo de injeção .....	42
Tabela 5.	Análise SWOT PMBOK .....	59
Tabela 6.	Análise SWOT Sistema Simoldes (SPPS) .....	60
Tabela 7.	Exemplo de registo para verificação de <i>dossiers</i> .....	65
Tabela 8.	Relação entre tipos de textura, profundidade e saídas mínimas.....	66
Tabela 9.	Compatibilidade entre materiais para processos de injeção.....	67
Tabela 10.	Compatibilidade entre materiais para processos de soldadura .....	68

## Índice de Figuras

Fig.1.	Manoel de Oliveira, num EDFOR V8, em 1937 [2]	1
Fig.2.	Principais destinos das exportações de componentes para automóveis <sup>3</sup>	3
Fig.3.	Empresas da divisão de moldes e divisão de plásticos	5
Fig.4.	Relação entre os processos de gestão de projeto [1]	8
Fig.5.	Relação entre os processos de execução [1]	9
Fig.6.	Relação entre os processos de controlo [1]	10
Fig.7.	Marcos de projeto – sistema SPPS	15
Fig.8.	Fluxo informação no Gabinete de estudos	19
Fig.9.	Atividades cíclicas no desenvolvimento de produto	20
Fig.10.	Desenvolvimento na SP	21
Fig.11.	Visualização global dos processos [6]	22
Fig.12.	Fase de cotação de propostas	23
Fig.13.	Fase de cotação de propostas	24
Fig.14.	Exemplo de texturas	30
Fig.15.	Exemplo de 2 tipos de texturas, efeito pele e geométrica	30
Fig.16.	Exemplo tipo de peça texturada	31
Fig.17.	Peça a injetar – Pilar A	44
Fig.18.	Localização da peça no habitáculo do veículo	44
Fig.19.	Sistema de eixos	46
Fig.20.	Análise de desmoldagem das superfícies de design	47
Fig.21.	Especificação limites de textura	48
Fig.22.	Detalhe fim peça e definição da folga com envolvente na zona superior pilar	48
Fig.23.	Detalhe fim de peça (zona inferior)	49
Fig.24.	Exemplo de identificação dos pontos de isostatismo	49
Fig.25.	Vista geral da peça com as várias zonas técnicas	50
Fig.26.	Pilar A sem e com peça de ligação	50
Fig.27.	Seção B-B – ligação entre peças	51
Fig.28.	Seção A-A - tipo de sobreposição entre peças	51
Fig.29.	Exemplo de insonorizante usado no pilar A	51
Fig.30.	Localização da posição dos insonorizantes no pilar A e gravações	52
Fig.31.	Gravações tipo para identificação do Pilar A	52

Fig.32.	Diagrama da análise funcional do pilar A	53
Fig.33.	Local previsto para proteção da peça com filme plástico	57
Fig.34.	Localização do ponto de injeção no Pilar A (exemplo escolhido)	58

## Lista de Siglas, Abreviaturas e Acrónimos

ANSI	– American National Standard Institute
APQP	– Advanced Product Quality Planning
CAD	– Computer Aided Design
CAE	– Computer Aided Engineering
CNC	– Controlo Numérico Computorizado
ERP	– Enterprise Resource Planning
FMEA	– (AMFEP/AMDEC) Análise do Modo de Falhas e Efeito Potencial
IEEE	– Institute of Electrical and Electronic Engineers
JIT	– Just in time
Kanban	– Sistema de administração da produção
KAM	– Key account manager
PDCA	– Plan Do Check Act
PLM	– Product Lifecycle Management (Gestão do ciclo de vida de produto)
PMI	– Project Management Institute
PPM	– Parts per million - medida usada para quantificar o desempenho da qualidade
QS9000	– Quality Standard – developed by Auto-markers, General motors, Chrysler and Ford
SCRUM	– Processo de desenvolvimento iterativo e incremental para gestão de projetos
SGE	– Sistema Gestão Engenharia
SGP	– Sistema de Gestão de Projetos
SOP	– Start of Production
SPPS	– Simoldes Project Planning System
SWOT	– Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats
Xpert	– Solução ERP ( <i>Enterprise Resource Planning</i> ),



## 1. Os componentes automóveis na Indústria de Plásticos.

### 1.1 A indústria automóvel em Portugal

São necessários cerca de 12 mil componentes para construir um automóvel. A complexa rede fornecedora rege-se por exigentes parâmetros de qualidade e abrange indústrias diversificadas como a metalomecânica, borracha, eletrónica, têxtil, vidro e plásticos.

À escala internacional e nacional, a indústria automóvel, detém o monopólio do mercado económico, na medida em que de um reduzido número de empresas dependem milhares de tantas outras que concorrem entre si.

No topo da cadeia da indústria automóvel está a decisão do consumidor final, que influencia toda a conceção e desenvolvimento. A escolha assenta nos preços praticados, na diferenciação pela marca, na política de gama, assistência pós-venda, facilidades de crédito e outras condições de compra.

Em Portugal a história da produção automóvel leva-nos até final dos anos 30 em que Eduardo Ferreirinha e Manoel de Oliveira utilizaram o motor de um Ford V-8 na criação do Edfor, um carro desportivo cuja conceção incorpora inovações realizadas na oficina do construtor.



Fig.1. *Manoel de Oliveira, num EDFOR V8, em 1937 [2]*

Durante muitos anos a indústria automóvel portuguesa resume-se a um conjunto de pequenos fornecedores orientados para exportação de componentes para grandes construtores de automóveis e seus fornecedores de primeira linha.

Após a Lei-quadro do Sector Automóvel (nº351/1979), confirmada pelo Protocolo com a C.E.E., houve uma consciencialização para o peso da faturação desta atividade na Balança Comercial. Surgem então investimentos na indústria automóvel portuguesa que vão acelerar o seu desenvolvimento, como é o caso do investimento designado por projeto Renault.



## **1.2 A Renault - o desenvolvimento da indústria de componentes em Portugal**

No início da época de 80 o Governo Português, entre outras propostas, selecionou o Projeto Renault que se propunha desenvolver a indústria de componentes automóveis, na medida em que, para além da montagem de veículos, integrava produções de órgãos mecânicos como motores, caixas de velocidade e bombas de água, com implementação de unidades nas áreas da fundição e montagem de motores.

Este projeto destacou-se pela relevância na modernização da indústria automóvel principalmente no que se refere ao fabrico de componentes. Tornou-se o grande projeto da indústria automóvel dos anos 80 no nosso país, não só pelas modernas unidades fabris criadas, mas sobretudo pelo esforço na criação de uma indústria competitiva e de qualidade.

No que respeita ao desenvolvimento da indústria de componentes em Portugal é de salientar a importância, de incentivos criados para a dinamização do investimento nesta indústria e para a instalação de vários fornecedores americanos e europeus, de entre os quais se destacaram a Ford Eletrónica, a Continental Mabor e a Cofap Europa.

A partir do início da década de 90, começou a registar-se uma transferência de investimentos no interior da Europa – para os países do Leste Europeu que dispunham de mão-de-obra barata e condições propícias à captação de novos investimentos. Por estes motivos, a Renault instalou uma fábrica na Eslovénia, com parte da produção que até então era satisfeita pela fábrica da Renault em Portugal e Espanha.

## **1.3 A AutoEuropa - o principal investimento estrangeiro efetuado em Portugal**

No início dos anos 90 o projeto Autoeuropa instalou-se em Palmela, resultante da ligação entre a Ford Werke, a Volkswagen e a Ford of Europe Inc. com o objetivo de produzir um veículo multiusos, a ser comercializado a partir de 1995.

A AutoEuropa revolucionou a lógica de organização da indústria automóvel, com a aplicação do conceito *just-in-time* (JIT). Os fornecedores de primeira linha funcionam em JIT e têm que ter a certificação de qualidade, imposta para os fornecedores de primeira e segunda linha. Por outro lado, os componentes chegam à linha de montagem apenas em quantidades adequadas e numa sequência ordenada, tendo-se tornado necessário criar um parque industrial adjacente para os fornecedores principais.

Se o projeto Renault foi fundamental para o desenvolvimento da indústria de componentes nacional na década de 80, o projeto Autoeuropa tornou-se imprescindível para a consolidação do tecido de fornecedores desta indústria a partir dos anos 90.

O projeto Autoeuropa enquadrou-se perfeitamente no desejo do Governo Português de criação de um *cluster* automóvel, envolvendo a instalação da sua unidade de fabrico, o estabelecimento de um empreendimento conjunto com empresas instaladas e a constituição de novos fornecedores de componentes e sistemas.





Em termos globais a Autoeuropa tem uma contribuição importante na globalidade da economia portuguesa, tendo representado entre 1997 a 2000 cerca de 2% do PIB. A Autoeuropa tem vindo a reduzir a produção diária de veículos em consequência da queda de procura no mercado Europeu. Desde 2009 que se mantém o abrandamento no número de veículos vendidos<sup>1</sup>.

Atualmente em Portugal, de acordo com dados da Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel (AFIA), existem aproximadamente 180 empresas, na sua maioria PME's que se dedicam a este tipo de indústria. Sendo que estão afetos cerca de 41.400 trabalhadores e um volume de faturação superior a 7500 milhões de euros [3].

Os principais obstáculos para esta entidade referência estão relacionados com a carência de recursos afetos em investigação e desenvolvimento, a própria dimensão empresarial, a ausência de uma nova cultura empresarial que faça face aos desafios atuais do mercado, a pouca flexibilidade da lei laboral e a falta de apoio incondicional da Administração Pública.

Como forças são apontadas as competências técnicas, a existência de multinacionais em território nacional, o historial exportador do país e os custos salariais relativamente baixos.<sup>2</sup>

#### Destino das Exportações (%)

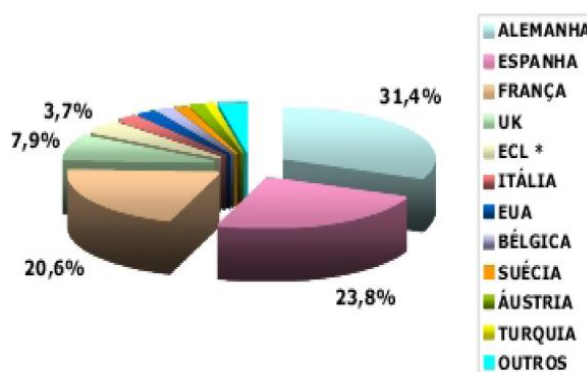


Fig.2. Principais destinos das exportações de componentes para automóveis <sup>3</sup>

### 1.4 Indústria de componentes automóveis em Portugal

O sector dos moldes de injeção de plástico é constituído na sua maioria por empresas de pequena dimensão, concentradas sobretudo na região da Marinha Grande e Oliveira de Azeméis, junto das unidades de injeção de plástico. Este segmento dos plásticos é dominado por empresas de capitais nacionais.

Para além das empresas instaladas no Parque Industrial da Auto-Europa, apenas duas empresas são detidas por capitais estrangeiros (a Iber-Oleff e a MapKey, esta última resultante da aquisição de uma empresa nacional de grande tradição no segmento dos plásticos – a ex-MAP)[3].

Da análise efetuada sobre os vários segmentos de atividade da indústria de componentes podem ser definidos dois sectores com capacidades tecnológicas e potencial para se afirmarem no

<sup>1</sup> ACAP, O Comércio e a Indústria Automóvel em Portugal, "Produção automóvel com ligeira descida..." 2009.

<sup>2</sup> Benchmarking na indústria de componentes para automóveis, Adão Ferreira, AFIA Setembro 2006



conjunto dos fornecedores da indústria automóvel: o sector dos componentes elétricos e o sector dos moldes e plásticos.

No primeiro caso, trata-se de um sector competitivo ao nível internacional e bem consolidada ao nível nacional, sendo Portugal um dos maiores produtores mundiais de cablagens. No caso do sector dos moldes, a competitividade assenta na qualidade dos moldes portugueses, assim como na existência de uma cadeia de fornecimento ao nível dos produtos plásticos.

Os segmentos de componentes para motor, interiores e componentes elétricos são responsáveis por 60% das vendas da indústria automóvel portuguesa e são os que registam elevado potencial e um crescimento contínuo.

## 1.5 A Simoldes Plásticos – breve apresentação

O grupo **Simoldes** é um dos maiores grupos empresariais a nível mundial na fabricação de componentes e moldes para o sector automóvel, tendo faturado em 2011 um volume de negócios de 300 milhões de euros.

### A divisão de Moldes

Tem o seu início no ano de 1959, com a criação da *Simoldes Aços*, empresa que se dedica a fabricação de moldes de injeção para a indústria de plásticos.

Atualmente a divisão de moldes é constituída por 7 fábricas, 6 em Portugal e 1 no Brasil. A principal atividade é a execução e desenvolvimento de ferramentas molde para a divisão de plásticos e diretamente para clientes externos. As empresas definem e dividem o tipo de ferramentas em função das dimensões, especificidade das ferramentas molde e disponibilidade. Assim tendo em conta os recursos construtivos específicos os moldes de maiores dimensões são geralmente executados nas empresas MDA e IMA. Na MDA grande parte dos moldes construídos destinam-se à injeção de para-choques e painéis de instrumentos enquanto na IMA podem ver-se molde para pilares de maiores dimensões ou peças da mala. Na IGM constroem-se moldes de dimensão intermédia, por exemplo moldes para pilares interiores e exteriores. Na Ulmolde e Metromolde são realizados moldes de menores dimensões sendo geralmente adjudicada à Ulmolde a construção de moldes para injeção de peças técnicas.

### A divisão de Plásticos

A divisão de plásticos, fundada em 1980, tem como principal atividade a injeção de peças em plástico para a indústria automóvel, possuindo três fábricas em Portugal, duas no Brasil, uma em França e outra na Polónia. Contando ainda com gabinetes técnico-profissionais em Espanha e Roménia. Tem sede em Oliveira de Azeméis e está dividida em 7 empresas, empregando 750 trabalhadores.

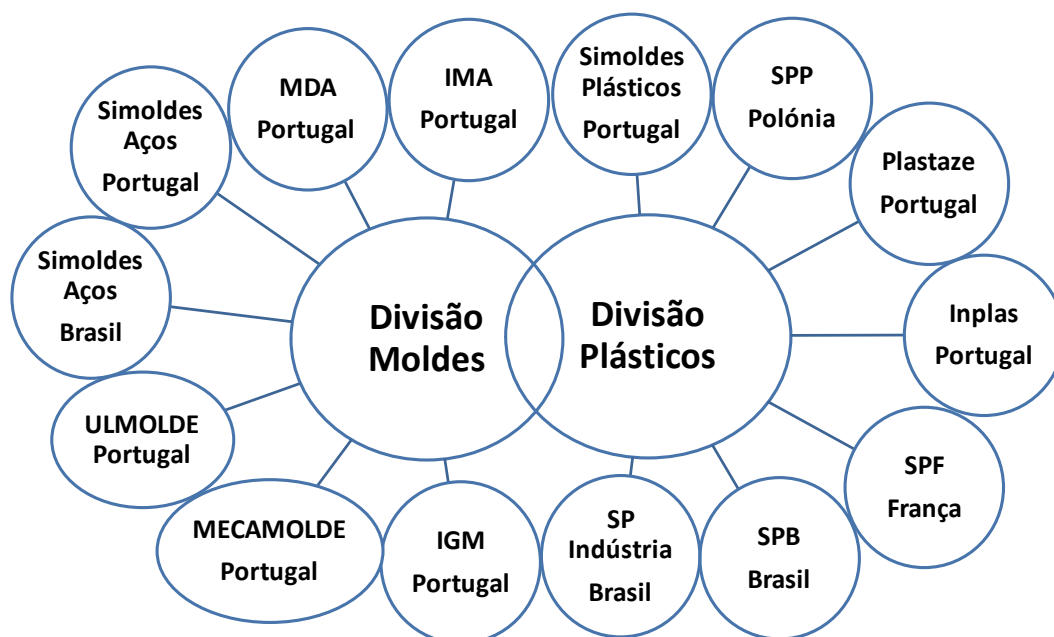


Fig.3. Empresas da divisão de moldes e divisão de plásticos

Os principais clientes são Espanhois, Franceses, Alemães, Ingleses e Polacos. A Simoldes é um dos poucos grupos com capacidade de suporte e produção para os principais fabricantes de automóveis como a Renault, Volvo, Volkswagen, Audi, Nissan, Toyota, Porsche, Honda, Mercedes, General Motors e Mitsubishi, alargando o âmbito a produtos não automóvel como a Bébéconfort e AmtrolAlfa.

A Simoldes evidencia como fatores chave para o sucesso a inovação, o desenvolvimento de produto, o conhecimento de moldes, a produção de produtos de médio e grande porte, a flexibilidade, o acompanhamento dado ao cliente, o processo e industrialização e o conhecimento em injeção de moldes.

Já no que toca a competitividade face à concorrência, a Simoldes, destaca-se pelo preço a nível de oferta dos serviços e de fornecimento, a flexibilidade da equipa e estrutura, a presença global que lhe permite agir em vários mercados, a inovação e envolvimento com os clientes, a velocidade de resposta, o tamanho da empresa e a sua performance.

Como fator de diferenciação foram criadas equipas de trabalho especificamente dedicadas à melhoria contínua da empresa, nomeadamente redução de *stocks*, economia de custos, eficiência e redução em 50% ao ano de PPM.

A nível de processo a aposta da empresa vai para o início do projeto, produção, logística, melhoria contínua, compras e desenvolvimento.

A comunicação com os principais clientes dá-se através de reuniões regulares presenciais ou video/audio conferências onde são revistos dados de projeto e aspetos para entrada em série, assim como a qualidade, planos de entregas e custos adjacentes.

A Simoldes Plásticos constrói as suas ferramentas molde tanto dentro do grupo como fora dependendo da disponibilidade e orçamento dos construtores assim como dimensão e características específicas dos moldes. Os moldes de dimensões mais reduzidas são mais frequentemente adjudicados a empresas fora do grupo.



## **1.6 Integração do fabrico de moldes e da injeção de plásticos no Grupo Simoldes**

O Grupo Simoldes distingue-se da grande parte dos seus concorrentes pela precoce e duradoura integração do fabrico de moldes e injeção de plásticos num mesmo grupo. As diferentes bases tecnológicas destas duas indústrias e as atuais características dos respetivos processos produtivos – intensivo em trabalho qualificado e em competências de projeto e engenharia no caso dos moldes e intensivo em capital no caso dos plásticos – justifica que a integração dos dois sectores num mesmo grupo seja pioneira a nível mundial.

As empresas de moldes são, em regra, pequenas empresas independentes, que trabalham por encomenda para um reduzido número de clientes localizados na proximidade geográfica. Sendo frequentemente fundadas por processos de spin-off a partir de empresas já existentes, são essencialmente orientadas para a produção, apresentando um reduzido desenvolvimento das funções de suporte, designadamente da atividade comercial.

As empresas de injeção são frequentemente de grandes dimensões, existindo vários casos de empresas multinacionais que desenvolvem e injetam os seus próprios produtos. Outras, apenas injetam para terceiros. O elevado crescimento na produção de ferramentas molde origina oportunidade para o aparecimento de empresas de injeção mais pequenas em que o objetivo não é realizar grandes produções, mas oferecer resposta às necessidades crescentes de locais com equipamento e recursos especializados para realização dos primeiros testes de funcionamento dos moldes – fase de validação de ferramentas.

O molde de injeção é uma ferramenta essencial à injeção, sendo, além disso, uma ferramenta personalizada, com impacto no custo, funcionalidade, aspeto estético e prazo de lançamento de qualquer produto que inclua componentes injetados. São múltiplas as vantagens decorrentes da junção das duas atividades – moldes e plásticos – no mesmo grupo. Desde logo, o Grupo Simoldes pode garantir aos seus clientes de injeção uma imediata assistência pós venda aos moldes, condição indispensável ao fornecimento just-in-time, corrente na indústria automóvel. Para além disso, ao utilizar os moldes que fabrica na injeção em série de peças plásticas, o Grupo Simoldes aprende com o observar direto do funcionamento das ferramentas em produção em série, permitindo-lhe estudar melhores alternativas construtivas e de processo para causas de eventuais problemas. Alguns destes problemas ocasionais decorrem de opções técnicas tomadas na conceção dos moldes ou da sua operação, outros estão relacionados com as características das peças plásticas ou das matérias plásticas e outros resultam de uma combinação destes fatores.

A reunião do desenvolvimento de peças e moldes num mesmo grupo permite uma aprendizagem por interação, donde resultam vários benefícios: são concebidos moldes com uma performance superior; as peças são projetadas, ou são sugeridas alterações a projetos dos clientes, tendo em vista a otimização dos moldes, para além da melhoria de funcionalidade e acabamento; os prazos de desenvolvimento são reduzidos. A qualidade das soluções técnicas desenvolvidas pelo Grupo conduziu a um progressivo reconhecimento das suas competências de conceção e de engenharia, garantindo-lhe uma participação cada vez mais ativa no desenvolvimento de projetos dos clientes. São indicadores da capacidade de desenvolvimento e de engenharia o elevado número de estações CAD distribuídas pelas empresas do Grupo Simoldes e engenheiros integrados. Para além do referido aperfeiçoamento contínuo ao nível de produtos e processos existem esforços ativos de investigação e desenvolvimento no Grupo cujo objetivo é inovar e responder às necessidades emergentes dos clientes.



## 2. O processo de gestão de projetos e engenharia de produto na indústria de plásticos de peças de automóveis

A gestão de projetos representa um desafio constante nas empresas de engenharia em Portugal. O adequado controlo das variáveis de gestão tais como o âmbito, o custo, o prazo, a qualidade e o risco necessitam de uma base de técnicas e competências que não são fáceis de gerir.

Para este documento assumi a análise genérica do Project Management Body of Knowledge (PMBOK) do Project Management Institute (PMI) como termo de comparação de metodologia do processo de gestão de projectos. Esta é uma ferramenta reconhecida internacionalmente pelo IEEE - *Institute of Electrical and Electronic Engineers*, ANSI - *American National Standards Institute* e em Portugal começa a ser usada por empresas como a Microsoft, PT Corporate, PT Sistemas de Informação, Motorola, SIBS e EFACEC e Critical Software.

O PMBOK é uma matriz na área da Engenharia e Industria multissetorial e cultural que integra as diferentes variáveis de um projeto, nomeadamente a aplicação do conhecimento adquirido, as competências, as ferramentas, e as técnicas para encontrar-se com exigências do projeto. O guia do PMBOK define o ciclo de vida do projeto em 7 grupos de processos e 9 áreas do conhecimento da competência da gestão do projeto. Pode visualizar-se um exemplo das ligações entre os processos do ciclo de vida do produto na Fig.4.

O processo de gestão de projetos organiza-se em 7 grupos.

1. Processos de iniciação: autorização do projeto ou fase;
2. Processos de planeamento: definição e refinamento dos objetivos e seleção das melhores alternativas de ação para alcançar os objetivos que o projeto pretende atingir.
3. Processos essenciais (são os que têm dependências bem definidas que fazem com que sejam executados essencialmente na mesma ordem e interagem varias vezes durante qualquer fase de um projeto):
  - planeamento do âmbito
  - detalhe do âmbito
  - definição das atividades
  - sequenciamento das atividades
  - desenvolvimento do cronograma
  - planeamento da gestão de riscos
  - planeamento dos recursos
  - estimativa dos custos
  - orçamento dos custos
  - desenvolvimento do plano de projeto

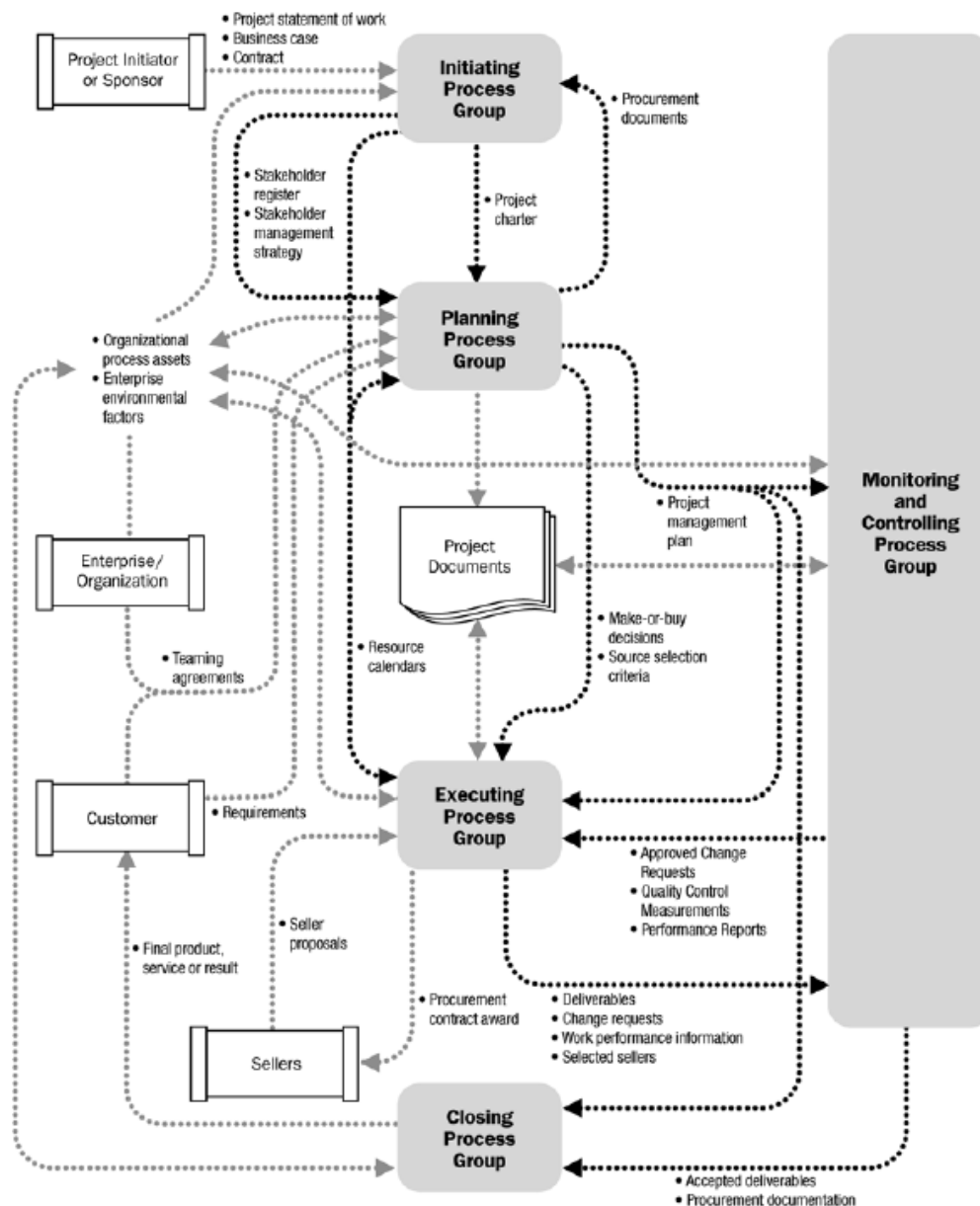


Fig.4. Relação entre os processos de gestão de projeto [1]

4. Processos facilitadores (são os que só são realizados de acordo com a natureza dos projetos e de uma forma intermitente):
- planeamento da qualidade
  - planeamento organizacional
  - montagem da equipa
  - planeamento das comunicações
  - identificação dos riscos
  - análise qualitativa dos riscos
  - análise quantitativa dos riscos
  - planeamento de resposta a riscos
  - planeamento das aquisições
  - preparação das aquisições



5. Processo de execução: Este grupo de processos envolve a coordenação de pessoas e outros recursos, assim como a integração e a realização de atividades do projeto de acordo com o planeamento de gestão do projeto (ver Fig.5). Incluem os processos essenciais e os facilitadores:

- execução do plano do projeto
- garantia da qualidade
- desenvolvimento da equipa
- distribuição das informações
- pedido de propostas
- seleção de fornecedores
- gestão dos contratos

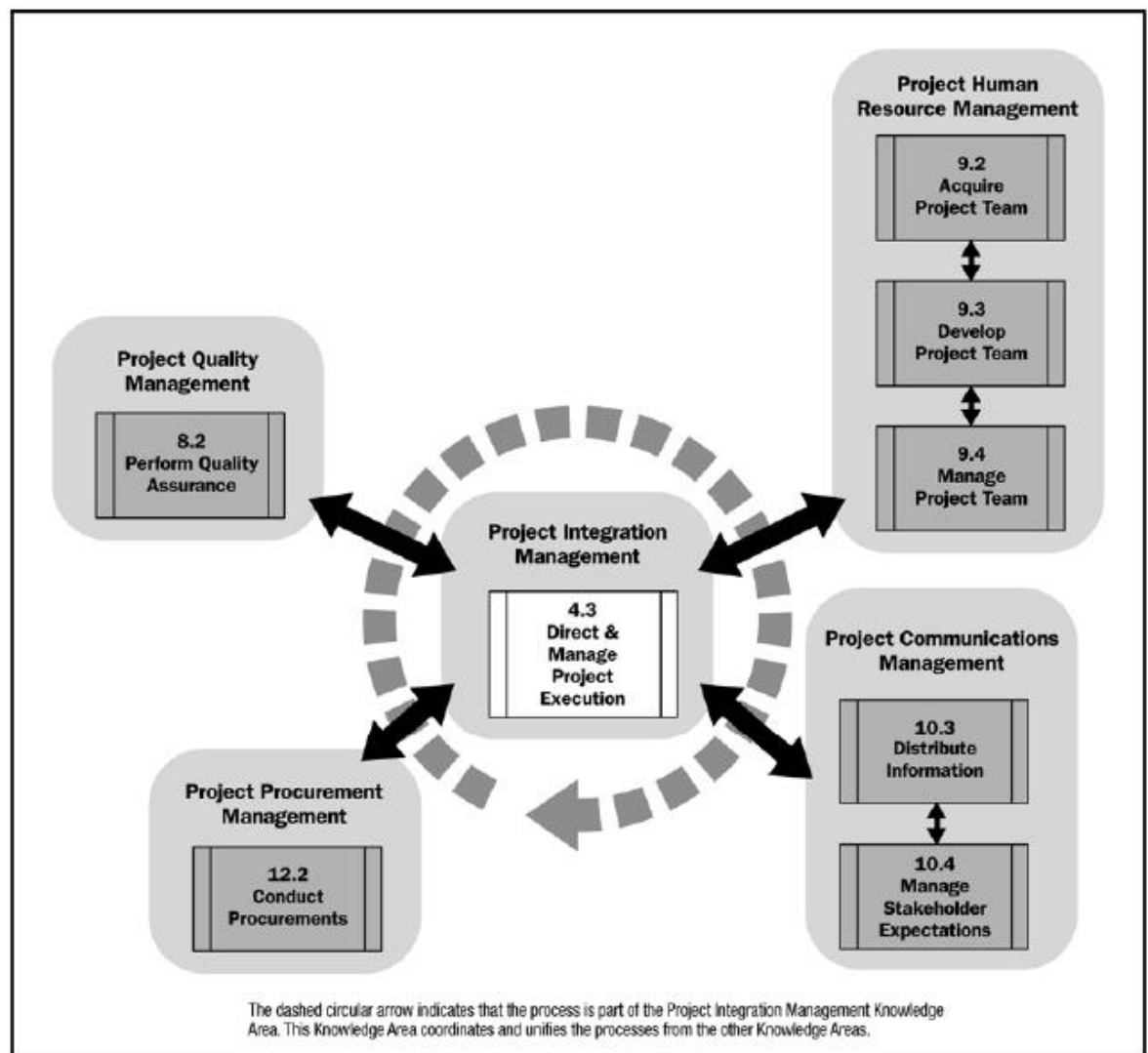


Fig.5. Relação entre os processos de execução [1]



6. Processos de controlo: assegurar que os objetivos do projeto estão a ser atingidos através de monitorização regular dos seus progressos. A monitorização e medição regular do desempenho do projeto permite identificar as variações do plano em execução. Pode conduzir à repetição dos processos de planeamento adequados a cada caso. Incluem processos essenciais e facilitadores e são os seguintes:
- controlo integrado de alterações
  - verificação do âmbito
  - controlo das alterações do âmbito
  - controlo do cronograma
  - controlo dos custos
  - controlo da qualidade
  - relatório de desempenho
  - controlo e monitorização de riscos

Pode ver-se na Fig.6 um esquema onde são integrados os processos para controlo e monitorização.

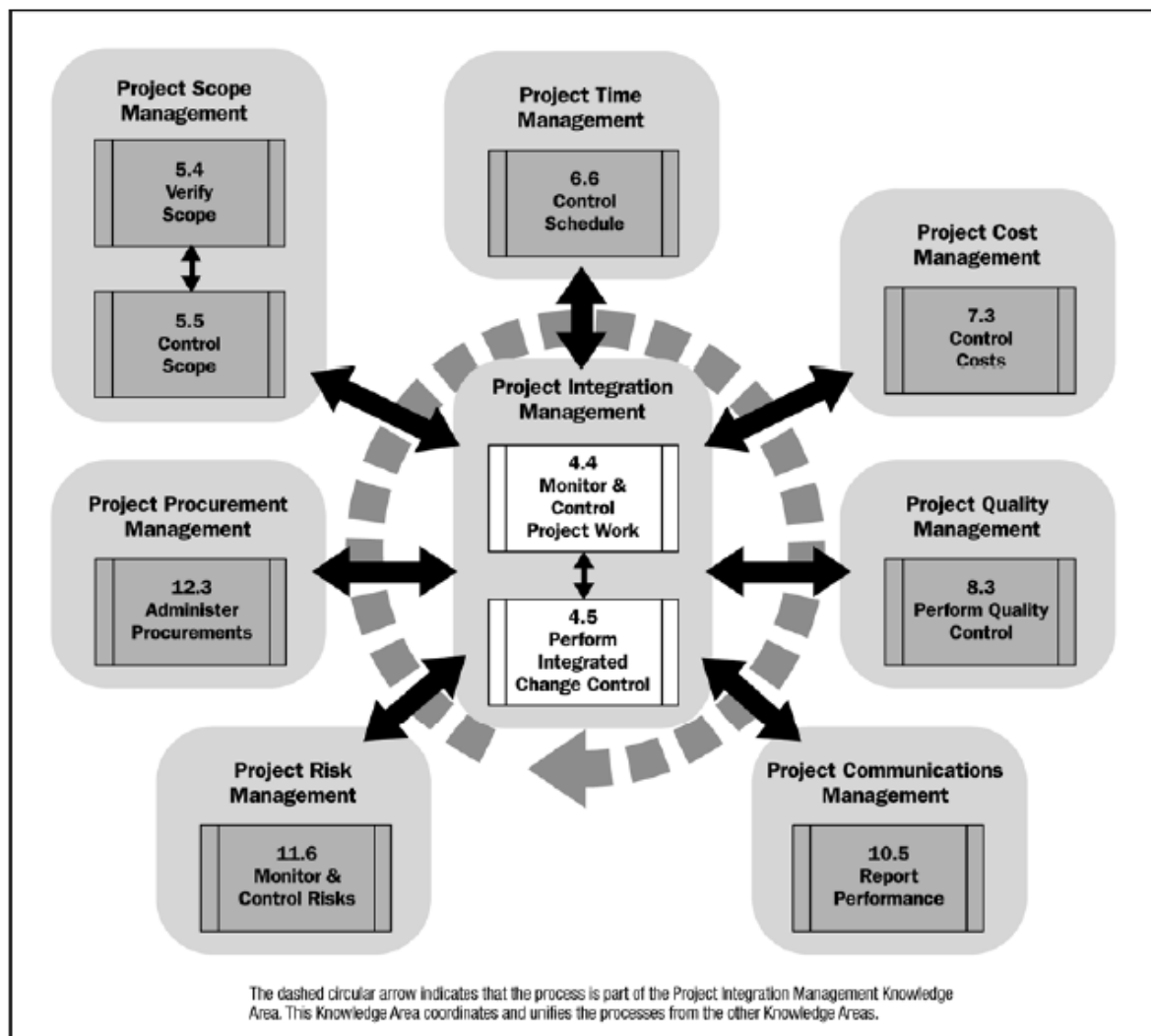


Fig.6. Relação entre os processos de controlo [1]





7. Processos de encerramento: formalizar a aceitação do projeto ou fase e encerrá-lo de uma forma organizada. Incluem o encerramento dos contratos e encerramento administrativo.

Os processos descritos adaptam-se à grande maioria dos projetos durante a maior parte do tempo, nem sempre todos serão necessários e nem todas as interações se aplicam em todos os projetos.

Num grupo de processos, cada processo interliga-se por entradas e saídas e cada um deles pode descrever-se como:

- Entradas: documentos ou itens documentáveis que influenciarão o processo
- Ferramentas e técnicas: mecanismos aplicados às entradas para criar as saídas
- Saídas: documentos ou itens documentáveis resultantes do processo.

A gestão de projeto desenvolve-se em 9 áreas de conhecimento com um número de processos que interagem entre si como resumido em baixo. Pode ver-se a ligação entre os processos de gestão de projetos e as áreas de conhecimento na Tabela 1.

**Integração:** descreve os processos necessários para assegurar que os diversos elementos do projeto são adequadamente coordenados e incluem: desenvolvimento do plano de projeto, execução do plano e controlo integrado das alterações.

**Âmbito:** Descreve os processos para assegurar que o projeto contemple todo o trabalho solicitado e é composto por: início, planeamento do âmbito, detalhe do âmbito, verificação do âmbito e controlo das alterações do âmbito.

**Tempo:** Descreve os processos necessários para assegurar que o projeto termina dentro do prazo previsto e é composto por: definição de atividades, encadeamento das atividades, estimativa da duração das atividades, desenvolvimento do cronograma e controlo do cronograma.

**Custo:** Descreve os processos necessários para assegurar que o projeto se conclui dentro do orçamento previsto e é composto por: planeamento dos recursos, estimativa dos custos, orçamento dos custos e controlo dos custos.

**Qualidade:** Descreve os processos necessários para assegurar que as necessidades que originam o desenvolvimento do projeto serão satisfeitas e são compostos por: planeamento da qualidade, garantia da qualidade, controlo da qualidade.

**Recursos Humanos:** Descreve os processos necessários para proporcionar a melhor utilização das pessoas no projeto e é composto por: planeamento organizacional, constituição da equipa e desenvolvimento da equipa.

**Comunicação:** Descreve os processos necessários para assegurar que a produção, obtenção e distribuição, armazenamento e pronta apresentação das informações, sejam efetuadas de forma adequada e no tempo certo e tal é conseguido com: planeamento das comunicações, distribuição das informações, relatórios de desempenho e encerramento administrativo.

**Riscos:** Descreve os processos que dizem respeito à: identificação de riscos, análise quantitativa dos riscos, desenvolvimento das respostas aos riscos e controlo e monitorização dos riscos.

**Aquisições:** Descreve os processos necessários à aquisição de mercadorias e serviços fora da organização que desenvolve o projeto e é composto por: planeamento das aquisições, preparação das aquisições, obtenção de propostas, seleção de fornecedores, administração dos contratos e encerramento de contratos.



Tabela 1. Mapa de processos por grupos de gestão e áreas de conhecimento [1]

Knowledge Areas	Project Management Process Groups				
	Initiating Process Group	Planning Process Group	Executing Process Group	Monitoring & Controlling Process Group	Closing Process Group
4. Project Integration Management	4.1 Develop Project Charter	4.2 Develop Project Management Plan	4.3 Direct and Manage Project Execution	4.4 Monitor and Control Project Work 4.5 Perform Integrated Change Control	4.6 Close Project or Phase
5. Project Scope Management		5.1 Collect Requirements 5.2 Define Scope 5.3 Create WBS		5.4 Verify Scope 5.5 Control Scope	
6. Project Time Management		6.1 Define Activities 6.2 Sequence Activities 6.3 Estimate Activity Resources 6.4 Estimate Activity Durations 6.5 Develop Schedule		6.6 Control Schedule	
7. Project Cost Management		7.1 Estimate Costs 7.2 Determine Budget		7.3 Control Costs	
8. Project Quality Management		8.1 Plan Quality	8.2 Perform Quality Assurance	8.3 Perform Quality Control	
9. Project Human Resource Management		9.1 Develop Human Resource Plan	9.2 Acquire Project Team 9.3 Develop Project Team 9.4 Manage Project Team		
10. Project Communications Management	10.1 Identify Stakeholders	10.2 Plan Communications	10.3 Distribute Information 10.4 Manage Stakeholder Expectations	10.5 Report Performance	
11. Project Risk Management		11.1 Plan Risk Management 11.2 Identify Risks 11.3 Perform Qualitative Risk Analysis 11.4 Perform Quantitative Risk Analysis 11.5 Plan Risk Responses		11.6 Monitor and Control Risks	
12. Project Procurement Management		12.1 Plan Procurements	12.2 Conduct Procurements	12.3 Administer Procurements	12.4 Close Procurements



## 2.1 Caracterização do sistema de referência para gestão de projetos da divisão de plásticos do grupo Simoldes - SPPS

O Sistema de Projetos da Simoldes Plásticos (SPPS) define um procedimento comum na gestão de projetos. Permite que cada equipa ou indivíduo seja capaz de desenvolver a sua atividade de gestão do projeto na Simoldes Plásticos. Em simultâneo contempla o relacionamento com procedimentos de clientes e fornecedores.

No SPPS o ciclo de vida do projeto é agrupado em 5 fases:

1. Cotação de Propostas
2. Desenvolvimento *design* e conceito do Produto
3. Desenvolvimento *design* e conceito do Processo
4. Arranque produção pré-série
5. Início da Produção (SOP)

Estas 5 fases consideram os procedimentos normalizados dos clientes baseados nas diretivas APQP da QS9000 e asseguram a compatibilidade das suas necessidades. O relacionamento com os fornecedores está incluído, estando definidas as especificações e procedimentos para cada fase. O concluir de uma fase do projeto e avanço para a fase seguinte é decidido em reuniões de aprovação (*Key releases*) onde é verificado se estão reunidas todas as condições necessárias. Definem-se assim 5 marcos associados aos *key releases*. Como estrutura principal do SPPS temos estes 5 *key releases* que juntamente com os restantes marcos condicionam a evolução do projeto para que sejam realizadas todas as tarefas necessárias a cada fase. Cada fase é estruturada com um fluxograma que define o nº de tarefas, documentação e responsabilidade funcional associada a cada tarefa. Os fluxogramas em si são depois dispostos num fluxograma de processo desde a fase 1 até à fase 5.

## 2.2 Descrição das cinco fases de um projeto de acordo com metodologia SPPS:

### 2.2.1 Cotação de propostas

Nesta fase são selecionados os pedidos solicitados, que vão de encontro ao interesse estratégico e capacidade da empresa. Procuram criar-se propostas competitivas com o objetivo de conseguir novas oportunidades de negócio, baseadas em estudos rigorosos de exequibilidade. É estimado todo o planeamento dos recursos do desenvolvimento, fabricação, logística e qualidade. As propostas são formalizadas com a apresentação e negociação das ofertas para os projetos. No caso de os projetos serem adjudicados são estabelecidos objetivos e é organizada a equipa responsável de acordo com as condições de concessão do projeto. Os novos projetos são então lançados e é formalizada a apresentação à organização e direção.

### 2.2.2 Desenvolvimento *design* e conceito do produto

Com o processo adjudicado é altura de explorar todas as soluções técnicas viáveis que permitam criar o produto desejado. A equipa de projeto analisa projetos/produtos idênticos e escolhe a melhor tecnologia para tornar viável a produção em série. O objetivo



é fazer evoluir e redesenhar os conceitos do produto para que fiquem mais funcionais e robustos, aprendendo com os casos de sucesso e de insucesso. O produto é evoluído continuamente enquanto se desafiam os limites construtivos das ferramentas de produção, até que seja criada uma solução viável respeitando os seus requisitos funcionais e de *design*. Por fim, é necessário proceder à validação de todo o conceito do produto tendo em conta os seus meios de produção, sejam moldes, equipamentos para montagem, soldadura, deteção de componentes ou meios para controlo metrológico do produto.

### **2.2.3 Desenvolvimento *design* e conceito do processo**

O objetivo desta fase é otimizar conceitos dos processos de injeção, conciliados com processos de preparação e embalagem do produto. Após a idealização dos conceitos é necessário validar processos de fabricação. Junto dos fornecedores são definidas e validadas as especificações das ferramentas de produção. Findo este processo é dada a indicação junto dos fornecedores, para início da construção de todos os meios de produção e controlo mantendo a calendarização necessária à viabilidade do projeto.

### **2.2.4 Arranque produção pré-série**

São testadas as ferramentas e equipamentos necessários à produção do produto. São ajustados os parâmetros e ferramentas molde até o resultarem num processo estável. São verificadas as montagens e todos os conceitos idealizados para o processo. São examinados os meios de controlo para seguimento do produto. É testada a repetibilidade dos equipamentos e revisto o cumprimento da standarização pelos equipamentos. Podem então ser validados os meios de produção serie: aprovação dos equipamentos de injeção, validação dos processos de manuseamento e montagem. São definidos quais os produtos ou processos a adjudicar a fornecedores externos definindo-se as condições de subcontratação. São ainda validadas as embalagens com ensaios realizados em peças físicas. Depois de validado todo o sistema de produção, produto e processo, o projeto passa a ser transferido para o local de produção final.

### **2.2.5 Início da produção**

São verificadas as condições do projeto e confirmada a capacidade para produção em série. A equipa de projeto passa a seguir o arranque no local de produção assegurando que toda a informação relevante para a gestão do produto e projeto é passada. O trabalho é orientado para atingir os objetivos da qualidade. Toda a logística é transferida para o local de produção e a gestão de necessidades e entregas de peças é independente da equipa de projeto. O seguimento junto do cliente passa para a fábrica responsável pela produção e o projeto, incluindo futuras otimizações, é completamente gerido pela fábrica.



## 2.3 Descrição dos três tipos de marcos definidos no SPPS

O SPPS define um grupo de marcos que conduzem o processo do projeto ao longo de todo o seu percurso.

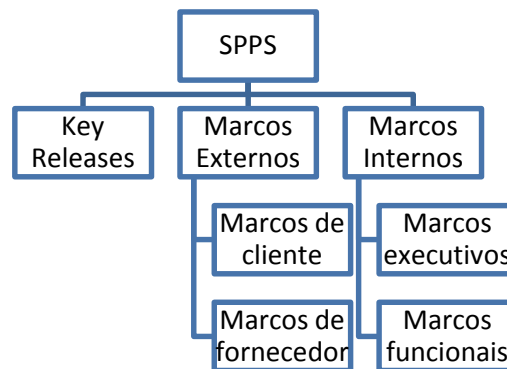


Fig. 7. Marcos de projeto – sistema SPPS

**Key Releases** são uma ferramenta da gestão para assegurar que os objetivos de custo, qualidade e fornecimento são atingidos de acordo com os requisitos do cliente, gerindo a transição entre fases do projeto.

**Marcos Externos** referem-se a marcos relacionados com a integração com os clientes e fornecedores. Onde os marcos de cliente são pontos de decisão importantes por parte dos clientes.

- Pedido de cotação do cliente
- Atribuição do projeto
- Revisão de contracto
- Lançamento das ferramentas e equipamentos
- Aprovação das ferramentas para textura
- Aprovação de peças para produção
- Início de produção

Outro tipo de marcos externos são os marcos de fornecedor são os pontos importantes na ligação aos fornecedores.

- Pedido de cotação a fornecedores
- Seleção de fornecedores
- Homologação de fornecedores
- Aprovação de peças compradas para produção

**Marcos Internos** são divididos em dois grupos. O primeiro grupo respeita aos marcos executivos que visa uma gestão atempada e efetiva dos projetos. Compreendem decisões de gestão, decisões de planeamento e estratégias relacionadas com o desenvolvimento do projeto.

Arranque projeto, é a primeira decisão que envolve a empresa no projeto, assegura que o projeto se enquadra na sua estratégia de desenvolvimento e que é exequível de acordo com as suas competências, capacidades técnicas e financeiras.

Decisão de cotação, é uma decisão baseada na cotação a cliente que requer uma validação da gestão. Visa assegurar que a decisão se enquadra no plano de estratégia comercial estabelecido para um dado cliente.



Confirmação de contracto, decisão tomada após adjudicação que exige a verificação das condições do contracto antes da confirmação ao cliente. Questões não mencionadas na cotação, sejam alterações ao produto inicial ou processo como alterações de capacidade, são levantadas na validação deste marco. Este ponto envolve ainda a análise ao plano de negócio e a aprovação do plano de investimento pela gestão.

O segundo grupo respeita aos **marcos funcionais**. Neste grupo são incorporados os pontos-chave mais relevantes nas áreas de engenharia, fabricação e logística, a sua presença visa assegurar que estes pontos são alcançados. Estes marcos têm lugar sempre que seja alcançado um estado apropriado de definição de produto, de processo ou do sistema de produção. Os dados de saída gerados por estes marcos estão intimamente relacionados com os marcos externos e os marcos internos executivos, para os fundamentar.

Engenharia e Fabricação. É associado um primeiro marco a uma primeira análise de factibilidade onde se analisa a exequibilidade do projeto e se fundamenta a cotação ao cliente. Está reservado um segundo marco para uma segunda análise de factibilidade, realizada depois da adjudicação do projeto. Esta 2ª análise inclui uma definição detalhada do desenho do produto, do processo e do sistema de produção, preparando as fases de construção de protótipos e/ ou série. O terceiro marco respeita a validação do produto e processo, a validação deste marco significa que estão completamente definidos o produto e processo e lançadas as ferramentas de produção série. Documentos associados ficha de lançamento de meio de produção e *check-list* para exequibilidade de produto. A validação do sistema de produção, representa o quarto marco onde se valida o sistema de produção e prepara o processo de aprovação de peças para produção, tanto para clientes como para fornecedores.

#### Logística

Marco associado à aprovação da logística, que representa a validação do sistema logístico, assegurando concordância dos prazos de entrega com os requisitos do cliente.



## **2.4 Descrição e caracterização dos subsistemas de gestão de projetos Simoldes**

### **2.4.1. Sistema de Gestão de Pessoal**

O objetivo principal desta aplicação é gerir, na totalidade, os recursos humanos da empresa e processar os respetivos vencimentos.

O módulo de tratamento do cadastro do funcionário permite efetuar diversas operações:

- Registo e manutenção de dados biográficos do funcionário;
- Situação profissional e remuneratória;
- Habilitações literárias e profissionais;
- Formação;
- Absentismo;
- Regime jurídico;
- Prestações sociais (agregado familiar, controle de subsídio a crianças e jovens consoante o grau de ensino e idade), entre outros.
- Projeção orçamental de remunerações permanentes dos funcionários.

Para o processamento de vencimentos estão disponíveis as seguintes funcionalidades:

- Processamento de vencimentos
- Cálculo de abonos e descontos;
- Comparticipações;
- Subsídios de férias e de Natal;
- Preparação de suporte magnético de vencimentos para os bancos.
- Processamento de retroativos por revisão anual de vencimentos
- Retroativos de vencimentos, trabalho extraordinário, prestações sociais, subsídios de refeição e de turno, subsídio familiar a crianças e jovens (abono de família).

Características de integração:

Para além da ligação às tabelas de entidades, destacam-se a ligação ao SCA (POCAL), ao sistema de obras por administração direta, ao sistema de gestão documental, a sistemas de relógio de ponto e a diversas entidades externas através da transferência de informação para suporte magnético ou via telecomunicações.



### 2.4.2 Sistema de Gestão de Projetos (SGP)

O SGP é o sistema de gestão de projetos a nível técnico e eletrónico do grupo Simoldes. Permite gerir os vários projetos, serviços internos e externos. São geridos neste sistema todos os marcos indicados no SPPS assim como o fluxo dos processos do projeto. São geridas as equipas de projeto e as permissões e responsabilidades/acessos dos seus elementos. São geridos os pedidos de orçamentação, as alterações aos meios de produção associados a um dado produto e a faturação dos projetos.

### 2.4.3. Sistema Gestão Engenharia (SGE)

A utilização do conceito de Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) pelas empresas, a partir dos anos 90, trouxe importantes vantagens competitivas amparadas na possibilidade de redução dos ciclos de introdução de novos produtos no mercado, viabilizadas através de técnicas orientadas à integração das atividades e departamentos, baseado no conceito de multifuncionalidade, desenvolvimento simultâneo e integrado do produto.

A efetivação do conceito de PDP como um dos mais importantes processos de negócio da empresa supõe que o desenvolvimento de novos produtos é uma constante ciclicamente presente na vida da empresa, pressuposto da inserção da inovação de forma permanente na vida da empresa.

Isto veio demonstrar a realização de uma série de estudos no campo da análise organizacional, especialmente no que diz respeito à estruturação dos procedimentos e do fluxo de informação inerentes à efetivação deste processo no ambiente empresarial.

O desenvolvimento de um produto também pode ser entendido como um processo de transformação da informação, onde é manipulada uma grande variedade e volume de informações. Esta característica constitui um aspeto crítico para a criação deste processo, fazendo com que as práticas de sistemas de gestão e lançamento de informações se tornem relevantes na tentativa de garantir que as informações estejam disponíveis para toda a empresa no formato, local e no tempo adequado.

Neste contexto, portanto, é que surge o conceito de Gestão do Ciclo de Vida do Produto (*Product Lifecycle Management - PLM*), com a proposta de organizar o fluxo de informações e os procedimentos inerentes à gestão de produto.

O conceito de PLM refere-se à “capacidade de gerir, coordenar e executar todas as atividades de engenharia e gerindo todo o ciclo de vida do produto, para entregar o produto final com o melhor custo de aquisição e utilização”. Para os criadores do conceito de PLM, este integra uma variedade de disciplinas, métodos, ferramentas e sistemas, abrangendo desde o desenvolvimento de produto e a gestão dos Sistemas de Fabrico, com todas suas atividades e ferramentas.

A visão de que o desenvolvimento de produtos é composto por um conjunto de atividades ciclicamente efetuadas no tempo pode ser visualizada na Fig.9.

O SGE é na Simoldes Plásticos, a principal ferramenta para gestão do ciclo de vida do produto, na fase de desenvolvimento, está intimamente adaptado às necessidades intrínsecas da empresa no





exercício das atividades de várias áreas de trabalho permitindo o armazenamento e acesso organizados a informação relevante aos projetos. Áreas de trabalho como compras, engenharia produto, engenharia de processo e qualidade gerem e interagem com o sistema onde toda a informação é acessível na fase de desenvolvimento. São armazenados por projeto neste sistema todos os dados 3D e 2D que sejam necessários criar no decorrer do projeto. São armazenados os estudos relativos ao produto em desenvolvimento e dados relevantes dos meios de produção previstos para a execução do produto, como o caso do *dossier* do molde do produto com o respetivo 3D e 2D das ferramentas molde finais. São geridos todos os índices de alteração, a respetiva localização e acesso dos vários formatos armazenados.

Neste sistema ficam registadas todas as transferências e receções de ficheiros associados ao projeto, para dentro ou fora da organização.

O SGE é a base para a criação de códigos de produção, facilitando a introdução e gestão da codificação inerente ao projeto. O sistema serve de interface auxiliando a correta criação de códigos de acordo com as regras de codificação estabelecidas na empresa. Posteriormente esta codificação serve de base e é usada noutros sistemas informáticos, nomeadamente o Xpert.



*Fig.8. Fluxo informação no Gabinete de estudos*

O sistema é usado para gerir o tempo consumido pelos recursos humanos da Engenharia por projeto em todas as áreas de atividade. No caso da gestão de alterações o registo é suficientemente detalhado para permitir saber o tempo consumido por índice de alteração do produto dado que cada atividade obriga a um registo de tempo. Isto permite gerir tempos reais consumidos em cada fase do projeto e comparar esses dados com os tempos e custos orçamentados ou previstos no arranque de um projeto.

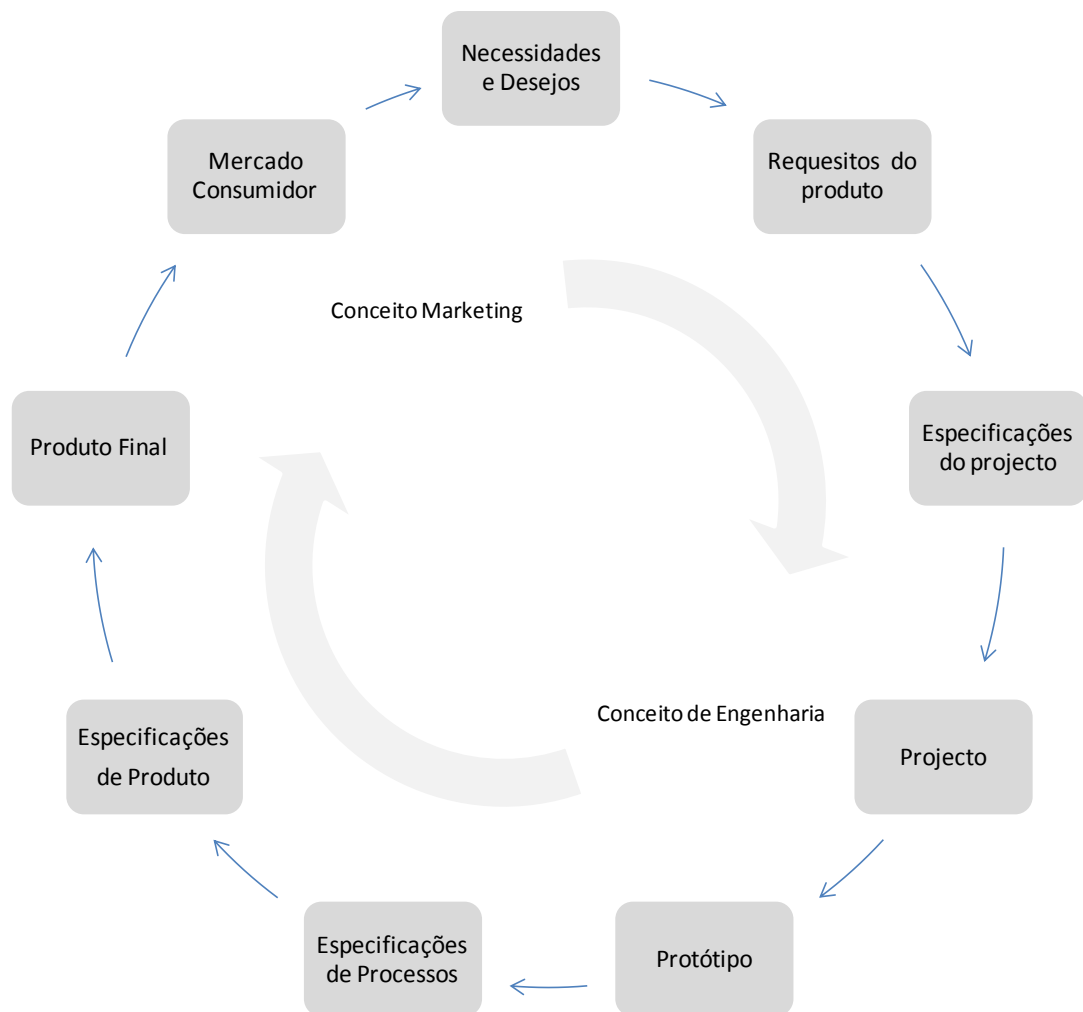


Fig.9. Atividades cíclicas no desenvolvimento de produto

#### 2.4.4 Base de dados central XPERT

A base de dados central XPERT, é onde se realiza a gestão de códigos de produção, compra, logística, contabilidade, *stocks* de armazém, componentes internos e externos, famílias de peças, matérias-primas e todo o conjunto de funcionalidades existentes e necessárias para todo o grupo da divisão de plásticos SIMOLDES.

O XPERT é a solução ERP (*Enterprise Resource Planning*), mais amplamente utilizada com cerca de 1000 clientes e 2400 sites no sector automóvel. O XPERT tem vindo a concentrar os últimos requisitos que a indústria automóvel exige aos seus fornecedores, resultantes da crescente tendência de fonte única. Esta tendência passa por mais etapas de fabrico aos fornecedores, com o correspondente aumento de complexidade do seu plano logístico e de produção.

O XPERT ajuda a divisão de plásticos a gerir as encomendas que fazem a subfornecedores, durante este processo, sem que o fabricante tenha de lidar com mais contactos causados pela cascata deste



fornecedor. A solução filtra as encomendas que entram, baseadas no que o próprio fornecedor pode processar e o que precisa de ser fornecido.

Todas as empresas que usam XPERT têm como ponto de partida uma flexibilidade para reproduzir melhor as estruturas empresariais, especialmente para clientes que precisam de administrar os dados principais centralmente, independentemente da empresa-mãe e da localização das empresas subsidiárias.

### 3. O processo de desenvolvimento conduzido na empresa desde caderno de encargos até peça final

Apresentação da solução do processo desenvolvimento conduzido no seio da empresa desde o caderno de encargos à entrega ao cliente da peça final.

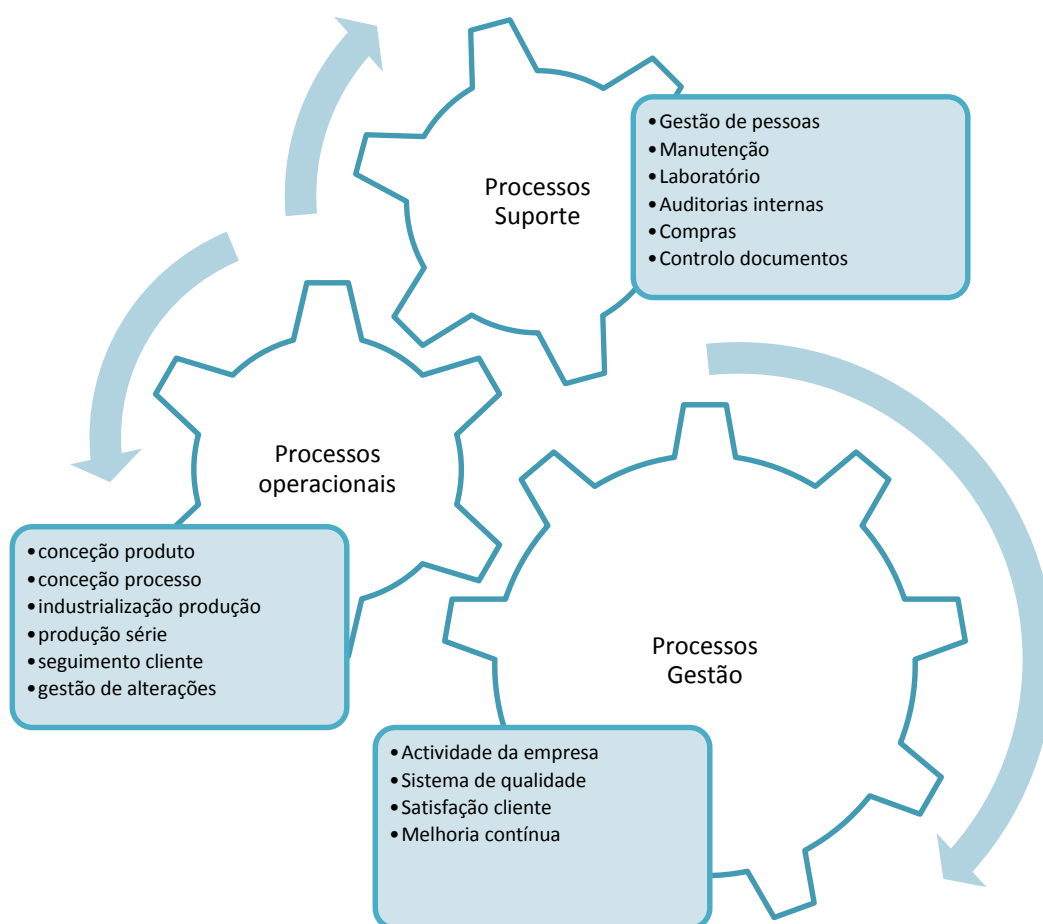


Fig.10. Desenvolvimento na SP



### 3.1. Descrição dos processos

Neste capítulo é apresentada a solução conceptual e processo de desenvolvimento conjugado no seio da empresa. A descrição será focada no processo de desenvolvimento do produto que compreende ao período iniciado na adjudicação do projeto até passagem do projeto ao local de produção final. O desenvolvimento do produto tem por base um caderno de encargos onde estão indicadas as características técnicas e as normas gerais a que terá de obedecer. A industrialização inicia-se com o estudo do processo produtivo ainda durante o desenvolvimento de produto, prolongando-se pela fase de aprovação do produto. A industrialização compreende a validação de processos a implementar para produção pré-série e série recorrendo a testes e ensaios que são articulados e atualizados em simultâneo com as evoluções do produto. Incluído na industrialização está a parte de logística que define a embalagem acomodação e transporte do produto.

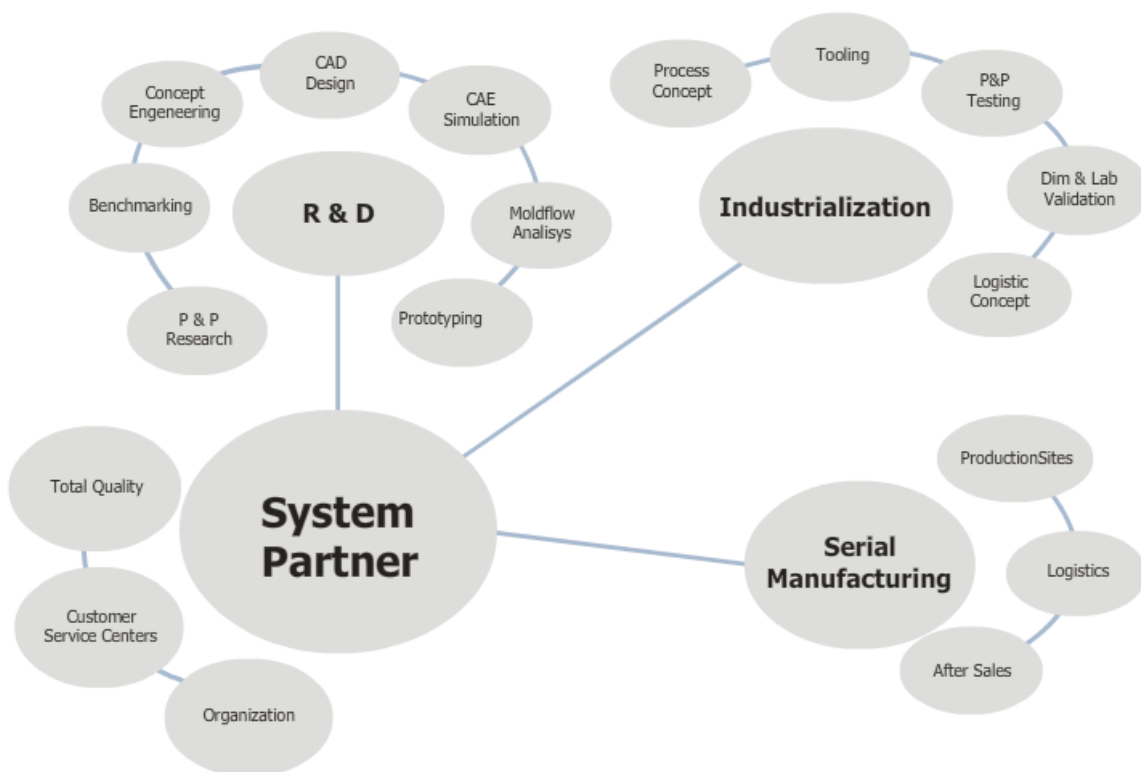


Fig.11. Visualização global dos processos [6]

### 3.2. Propostas e consultas de clientes

O processo é receber, analisar e responder às consultas dos potenciais clientes, é o primeiro passo num projeto. Pretende-se nesta fase construir uma proposta técnica e económica robusta, que vá de encontro às expectativas do cliente.

Este processo tem início com o pedido de cotação do cliente. São analisados os dados de entrada para cotação, realiza-se o registo do pedido e abre-se o processo na SP. Nesta fase uma equipa multidisciplinar onde se representam pelo menos as funções de *expert* produto e Análise de custos – *costing*, gera todos os dados para o processo de análise dos custos internos. O caderno de



encargos do cliente é analisado exaustivamente e são gerados os seguintes documentos BOM, BOP, LDS, MCC, TC e PV.

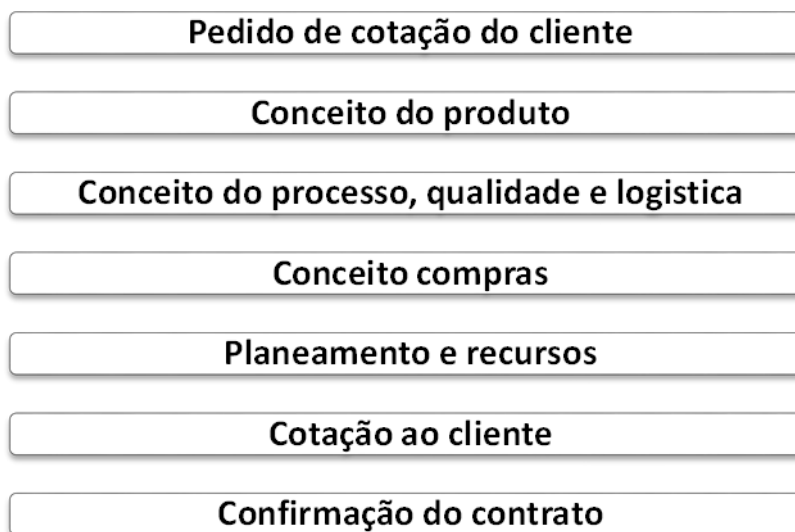


Fig.12. Fase de cotação de propostas

Com base na análise dos documentos indicados são definidos os custos de operações, custos com máquinas de injeção, operadores, ciclos, equipamentos, matérias-primas e componentes. Com base nas fichas técnicas do produto são estimados custos de embalagem e logística. Os requisitos de qualidade vão definir custos de equipamentos de controlo, ferramentas específicas para a produção, e o plano de validação do produto. Definem-se custos para equipas de seguimento do projeto. Compara-se os dados do novo projeto com os dados de gerados nas várias fases de projetos idênticos se existirem. Com todos os dados obtidos é criado um plano de negócios (BP) para o novo projeto. É formalizada a proposta técnica e económica para apresentar ao cliente e comparada com valores objetivos de entrada. O resultado da análise é passado ao KAM que consulta o cliente. Na negociação dos objetivos técnicos e económicos pode ser ainda feita uma análise da conformidade de todos os requisitos do cliente, do fornecimento/logística e qualidade e revisto o contrato para a adjudicação. Finda esta análise o projeto é ou não adjudicado à SP. Caso seja adjudicado é apresentado à direção e é designada uma equipa para seguimento do projeto.

### 3.3. Desenvolvimento do produto e processo

A fase de conceção é aplicável a todos os projetos que aceites pela Simoldes Plásticos que impliquem desenvolvimento. Inicia com a verificação dos dados para entrada do projeto disponibilizados na fase anterior.

A verificação desses dados é realizada pela direção da empresa. É analisado se o processo cotado tem arquivada a informação que fundamentou a fase da proposta do projeto, nomeadamente ficheiros 3D, planos 2D, *e-mails*, apresentações ou dossiers técnicos com todas as suas evoluções. Verifica-se o planeamento geral do projeto com as datas chave do projeto: tempo de desenvolvimento, tempo para construção dos meios de produção e controlo e respetivas transferências para os locais de produção finais. São analisadas a necessidade de investimento do projeto e as cadências produtivas. É necessário que os compromissos nesta fase estejam claros e sejam aceites para que o projeto entre na empresa. Prestadores de serviços previstos no



planeamento têm de estar identificados e as respetivas propostas arquivadas. Após a verificação, o projeto é apresentado à equipa de projeto e organização.

Uma equipa de projeto multidisciplinar passa a ser responsável por encaminhar as várias tarefas até ser possível a entrega ao local de produção final. As atividades são distribuídas funcionalmente pelos elementos da equipa. São definidas as ações, intervenientes e responsabilidades na conceção e desenvolvimento do produto. Em conjunto a equipa deve realizar um planeamento global com as datas para as atividades, sendo incluída a verificação (semanal) do estado da atividade avaliado pelo método PDCA para controlo e melhoria contínua. Tem-se assim uma visão global das fases de todas as atividades no projeto. O projeto em si deve ainda ser avaliado semanalmente sob 3 vertentes distintas: ao nível planeamento, da qualidade e do custo.

PCDA é um método formado pelas fases *plan*, *do*, *check* e *act*. *Plan* quando se estão a formular os objetivos e etapas, sendo definida uma data para finalização da tarefa e dos resultados esperados. *DO* quando o plano definido foi já acionado existindo datas para verificação da evolução. *Check* o resultado obtido é analisado e comparado com o resultado esperado (fase *plan*) em termos de resultado e calendarização. Caso as diferenças entre o esperado e o real justifiquem pode ser necessário agir redefinindo/ajustando a ação. Se a informação resultante das ações for o pretendido, o processo entende-se como concluído. De forma resumida podemos dizer que as ações são planeadas, executadas e verificadas de forma sistemática, sendo comentadas se existirem desvios do previsto. A partir dos desvios e novos problemas encontrados com base no histórico dos projetos são preenchidos documentos designados por “*lessons learned*” para servirem de referência a projetos futuros.

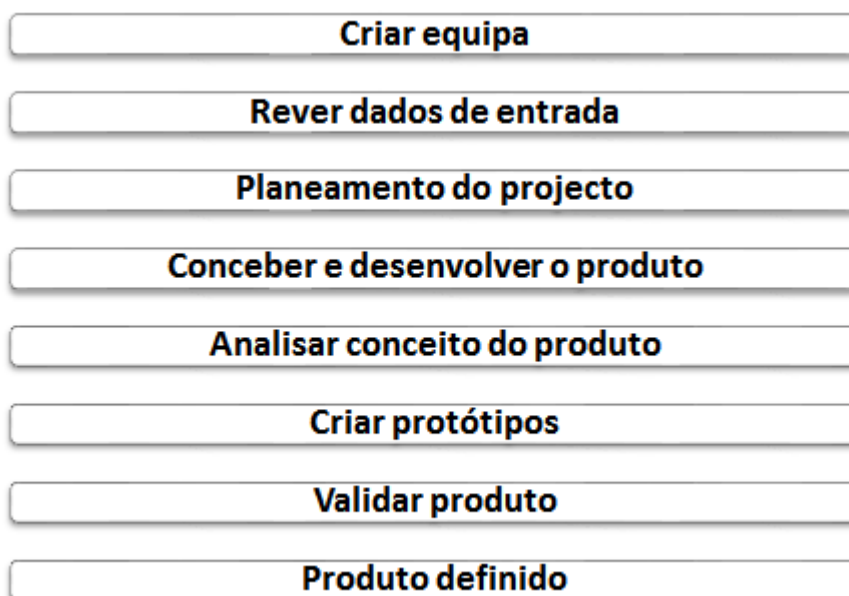


Fig.13. Fase de cotação de propostas



### 3.4 Fase de Benchmarking ao produto/conceitos

Numa fase em que já se têm uma definição do conceito do produto é analisado o histórico da empresa sobre produtos idênticos. Nesta altura analisa-se o histórico das lições aprendidas em projetos anteriores, definindo ações para os casos aplicáveis. Aproveitando as soluções que geraram resultados positivos e ponderando o que correu menos bem nos projetos passados. São consideradas análises a peças executadas fora do grupo Simoldes, avaliando as soluções técnicas escolhidas para a construção dos produtos. Todas as ações que possam gerar melhorias no produto devem ser ponderadas juntamente com os seus custos. O departamento de investigação e desenvolvimento é consultado apurando-se quais as inovações que podem ser incorporadas no produto para lhe acrescentar valor. Deve ainda ser verificada a existência de patentes sobre as soluções de *design* que se pretendem usar.

### 3.5 FMEA Design de produto e processo

Por metodologia é realizada uma análise funcional do produto, explorando as suas funcionalidades e exigências. A realização do FMEA é um processo obrigatório na estrutura da empresa durante a fase de desenvolvimento e parte bloqueante para avanço da construção dos elementos produtivos – moldes e equipamentos auxiliares do processo. A definição de grupos funcionais permite uma melhor sistematização da ferramenta e transposição das evoluções e lições sobre produtos com funções idênticas. A vantagem da incorporação da experiência de produtos semelhantes e a análise sistemática das funções definidas permite, em grande parte dos casos, prevenir falhas e melhorar a possibilidade de deteção. De uma forma geral podemos ter a perceção dos elementos que mais podem contribuir para falhas e onde existem os riscos mais elevados. Pretende-se que seja usado para trazer mais qualidade ao produto contribuindo para melhorar a sua eficácia e processo.

### 3.6 Analisar lista de materiais (BOM)

É importante ter todos os materiais que constituem o produto definidos tão rápido quanto possível. Isso implica parametrizar em sistema o consumo de todos os componentes, matérias-primas, filmes de proteção e embalagens. Na Simoldes Plasticos as BOM são parametrizadas no sistema Xpert (solução ERP adotada na empresa - *Enterprise Resource Planning*) que permite gerar necessidades para todos os elementos constituintes das listas de peças em função do que é previsto ser consumido, desde que os elementos estejam devidamente validados quanto ao nível de qualidade. Assim, todos os elementos que estiverem em fase de validações são geridos manualmente, sendo necessário realizar encomendas limitadas para proceder às validações necessárias. Para gerir estes casos assim como auxiliar a introdução parametrizada em sistema, podem ser inicialmente realizadas BOM do tipo indicado na Tabela 2. Este é um ponto essencial que define a estrutura do produto e a sua ligação ao processo e sistema de codificação da empresa. Todos os elementos têm de estar previamente definidos e a codificados nos sistemas da empresa.



Adquirir novos componentes e materiais:

No decorrer do desenvolvimento pode chegar-se à conclusão que a matéria-prima existente poderá não permitir atingir determinado requisito do caderno de encargos do cliente. Sendo necessário utilizar uma matéria-prima diferente, torna-se necessário obter nova cotação para definir condições de aquisição da matéria-prima. O mesmo acontece quando existe a necessidade de substituir componentes.

Tabela 2. Exemplo de BOM simplificada

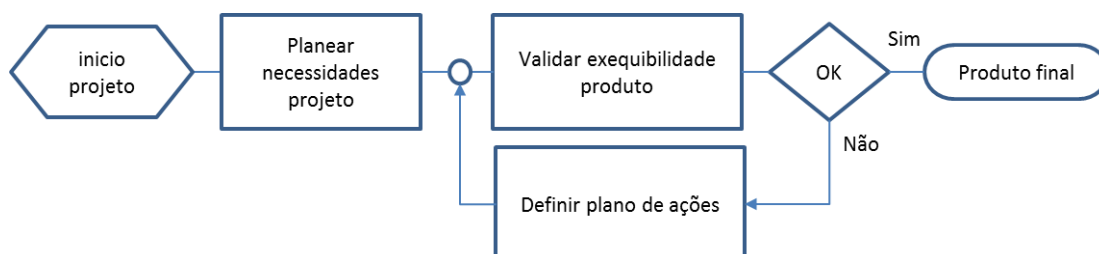
Item	Nível				PEÇA			
	1	2	3	...	Componente	Ref <sup>a</sup>	Qt.	Uni
1	x				PP NAT+CORANTE	...	40	g
2		x			PP NATURAL	...	98%	%
3		x			MB F... 2% HZD	...	02%	%
4	x				SACO... 130x260	...	1/2	uni
5	x				Caixa... 400x300x250	...	1/20	uni
...								

### 3.7 Verificar necessidade de protótipos para teste de conceitos, tecnologias ou outros

Quando são especificados novos requisitos, ou pretendidas alterações conceptuais significativas, é avaliada a necessidade de construção de moldes protótipo. Estes são destinados a injetar series mais pequenas de peças para validação de esforços e montagens. Outro tipo de validações no desenvolvimento são realizadas com prototipagens integrais ou parciais do produto.

Os produtos destinados à realização de moldes protótipo devem ser analisados bem como a sua adequação para a construção e lançamento das ferramentas.

### 3.8 Verificar a exequibilidade do produto



A análise da exequibilidade do produto tem por objetivo certificar que todas as especificações do produto foram revistas. A sua evolução é contínua, já que é atualizada sempre que são detetadas situações novas que requerem uma abordagem específica. É uma lista de referência que assenta





nos vários anos de experiência e retorno dos projetos desenvolvidos. A validação desta lista é obrigatória e contribui para eliminar erros ou omissões durante o desenvolvimento.

### **3.8.1 Confirmação da disponibilidade do caderno de encargos e todas as especificações do produto.**

Nestes documentos são definidas as especificações do produto bem como os testes, normas e critérios que os produtos e matérias-primas têm de respeitar. O conhecimento e acesso a este documento é essencial na fase de desenvolvimento para que os requisitos do produto poderem ser tidos em conta. São definidas na agenda do projeto as fases onde serão realizados testes, tendo em conta o tempo de execução. É um ponto importante a relembrar principalmente quando se trabalha com produtos idênticos para prevenir que se assumam características que não estejam explícitas.

### **3.8.2 Conformidade do produto para reciclagem**

Pretende-se focar a atenção no desenvolvimento de produtos mono materiais. Quando é necessário ter um produto com vários materiais é importante assegurar que é possível separar os materiais para facilitar o processamento e reincorporação.

### **3.8.3 Verificar se estão definidos: Isostatismo, tolerâncias, folgas e sobreposições e os locais para controlo dimensional**

Para se poder validar este ponto é necessário ter claro a definição para fixação da peça, tendo em conta a sequência de montagem e dispersão que a peça necessita absorver. Se esta medida não for acautelada é muito provável que devido a alterações dimensionais entre peças, seja impossível a correta montagem. É ainda importante perceber se existem direções em que a peça possa aumentar ou diminuir com alterações climáticas, para prevenirem deformações ou perda de funcionalidade. O local para montagem na viatura e função da peça pode obrigar a requisitos específicos, é necessário encontrar solução construtiva para os garantir bem como os custos associados. Este tipo de requisitos específicos são identificados nos planos peça para controlo. A equipa de projeto podem ainda definir zonas adicionais consideradas sensíveis onde se pretende seja realizado controlo interno para garantir os requisitos do processo e cliente.

### **3.8.4 Considerar processo e cinemática de montagem, incluindo sistemas anti erro (Poka-Yoke)**

Neste ponto pode ser uma vantagem adquirir produtos idênticos existentes no mercado ou na empresa (ver ponto 3.4). Assim é possível ter uma perceção clara da forma como o produto é montado, incluindo todas as translações e/ou rotações da peça necessárias para posicionamento e montagem e as funções de acostagem definidas. Além da observação de produtos desenvolvidos é necessário focar a atenção no produto atual incorporando as lições aprendidas. Isto consegue ser feito através da análise cuidada da definição 3D da peça e envolventes. Por exemplo uma peça soldada ou rebitada têm um erro de posição associado a este processo. É ainda necessário validar a acessibilidade e o espaço necessário para o uso de ferramentas de montagem caso seja aplicável ao produto.



Quando falamos em montagem de componentes, que podem ser outras peças plásticas desenvolvidas em conjunto, como por exemplo tampas para acesso a sistemas eletrónicos ou mecanismos, deve ser confirmado que só é possível serem montados da forma correta. Um caso muito frequente em que esta situação pode ocorrer é quando temos componentes a montar em peças simétricas, destinadas a ficarem do lado esquerdo e direito da viatura. Como nem sempre é possível usar a mesma tampa na peça esquerda e peça direitas devido à geometria, surge inevitavelmente a possibilidade de montar a tampa do lado contrário. É essencial prevenir a ocorrência deste erro, criando assimetria suficiente no sistema de fixação que torne impossível a montagem incorreta.

### **3.8.5 Considerar o estudo reológico (enchimento, refrigeração e empeno).**

A escolha do tipo e número de pontos de injeção, localização e as forças envolvidas no processo de injeção têm um efeito significativo na qualidade da peça. Incluindo acabamento superficial, estabilidade dimensional e propriedades mecânicas. O Moldflow® Plastics Insight [7] é a ferramenta CAE adotada pela empresa para ajudar a determinar as melhores opções a especificar para o molde. Considerando a matéria-prima escolhida são realizadas simulações que permitem confirmar a opção tomada ou ajustar as opções escolhidas. Assim podem eliminar-se opções menos eficazes para injeção e otimizar o produto, ciclo e máquina de injeção. Existem mesmo situações delicadas que podem colocar em causa toda a viabilidade de execução do produto, como a limitação da capacidade instalada (em máquinas de injeção) alterando o processo produtivo e respetivos custos.

Os principais fatores testados são:

- Forças de fecho envolvidas para enchimento e compactação.
- Zonas de difícil enchimento e acumulação de gases.
- A forma de arrefecimento da peça (e análise de empeno).
- Pontos de injeção (tipo, número e posição).
- Linhas de união com análise do impacto no produto (zonas visíveis ou estruturalmente importantes).
- Layout* do sistema de injeção.

Fatores testados com menor frequência:

- Eficiência do sistema de refrigeração.
- Influência de elementos moldantes em materiais com condutividade superior e/ou refrigerados.
- Orientação de fibras dos materiais (caso do uso de matérias com cargas de fibra de vidro).
- Injeção com recurso a canais de gás.
- Injeção por compactação.

Este estudo só traz vantagens e faz sentido ser realizado nos casos em que existam dúvidas sobre o tipo e sucesso da definição de injeção.



### **3.8.6 Verificar se a Injeção está definida (localização, dimensão ataques e canais, necessidade de desmoldagem/postiços e adaptação da peça);**

Devemos complementar o ponto anterior quanto ao número de cavidades, respetiva localização e forma de injetar a peça para garantir que as características de injeção. Certificamo-nos do número de cavidades. Nomenclatura usada:

1,2,3... para designar as cavidades iguais.

1+1, para designar 2 cavidades diferentes. Um exemplo comum são cavidades correspondentes às peças esquerda e direita. É necessário tomar as medidas para manter a área de injeção bem distribuída no molde para impedir que este seja danificado quando se injeta apenas uma determinada peça devido por exemplo à diferença de cadência entre peças.

Ao completar a informação da injeção identifica-se o local onde é possível injetar e se são necessários postiços para injeção. Por exemplo peças com fibra de vidro necessitam de postiços do lado oposto à injeção devido ao desgaste da ferramenta. Em casos onde a injeção direta é usada sem válvula de fecho, pode ser necessário adaptar a peça para ocultar/minimizar a existência de vestígios na injeção. Outro ponto que é definido é a eventual necessidade de remoção automática do gito, por exemplo com injeção submarina, sendo a separação do gito da peça realizado na abertura do molde. Nesse caso pode ser necessário alterar a peça para injeção, criando frisos ou bossas para a zona do ataque à peça. Poderá ser necessário validar a colocação da injeção do lado da extração (por exemplo no caso de peças como costas de bancos).

### **3.8.7 Verificar se o comportamento mecânico/térmico/impacto foi validado por elementos finitos considerando a matéria-prima?**

Validar o comportamento e resistência da peça, comportamento da peça a esforços...

Verificar-se se está a atingir os esforços especificados.

Análise do comportamento ao impacto, verificando-se a forma como a energia é absorvida. Análise dos valores de referência para cumprimento de normas - testes NCAP.

### **3.8.8 Considerar o cumprimento da regulamentação de segurança e segurança operadores.**

Analisar se existem fatores que possam colocar em risco a segurança de operadores durante a montagem. Certificar que são cumpridas as normas de segurança em relação a testes. Cumprimento dos materiais autorizados tanto do ponto de vista da legislação como da lista autorizada de matérias-primas dos clientes.

### **3.8.9 Verificar se são explícitos os vetores de desmoldagem da peça e movimentos, assim como linhas de junta do molde e divisão de postiços?**

O objetivo deste ponto é garantir que os ficheiros enviados para execução do molde contêm todos os vetores que são necessários respeitar para cumprir a desmoldagem da peça no molde.



### 3.8.10 Verificar se o modelo 3D foi simplificado para eliminar no molde zonas frágeis e zonas de difícil desmoldagem (incluir necessidades de produção e processo).

Pode ser útil a eliminação de zonas problemáticas tanto ao nível da fragilidade mecânica como a dificuldade de refrigerar zonas frágeis no molde. É necessário verificar locais na peça que sejam difíceis de desmoldar, como por exemplo frisos ou paredes profundas, com a vantagem de no molde permitir melhor acesso para polimento.

### 3.8.11 Verificar se a textura foi completamente definida (zonas, limites, fins de peça) e ângulos saída implementados.

Nas peças visíveis pelo utilizador é especificado um acabamento do produto que tem de estar harmonizado com a restante envolvente (peças circundantes) de acordo com o *design* e princípios estéticos definidos. Podem ser criados muitos aspetos visuais distintos nas superfícies visíveis.

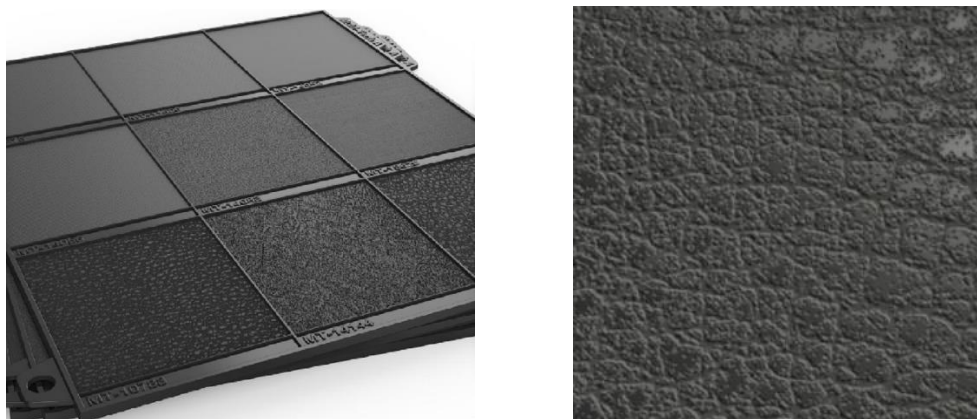


Fig.14. Exemplo de texturas

Podemos ver na Fig.14, a título de exemplo, uma placa de amostra de texturas da Mold-Tech® (à esquerda) e um tipo de acabamento “tipo couro” bastante usado na indústria automóvel (à direita). Na Fig.15 podemos ver dois tipos distintos de textura de outro fornecedor - *Eschmann Textures* que trabalha com a indústria automóvel.



Fig.15. Exemplo de 2 tipos de texturas, efeito pele e geométrica



Cada produto é desenvolvido contemplando um tipo de textura, sendo necessário que a profundidade criada pela textura numa dada superfície possa ser desmoldada. É importante validar se a textura já se encontra definida, assim como a área da peça e limites de textura. O tipo de textura fornece informação para a saídas de desmoldagem mínima a respeitar na peça, sendo necessário validar se todas as superfícies a texturar têm um ângulo de saída superior ao mínimo necessário.

Para termos uma ideia da saída mínima para textura pode ser usada a regra geral de aumentar à saída necessária para desmoldar a peça, cerca de 1 grau de saída por cada 0,02mm de profundidade para textura.

Existem outros fatores que influenciam este valor mínimo de saída para textura:

- Matéria-prima e fator de contração;
- Geometria da peça;
- A refrigeração do molde (variações de temperatura à superfície);
- Localização dos pontos de injeção;
- Parâmetros de injeção;

Estes fatores devem ser considerados em projeto, pode ver-se na Fig.16, um exemplo que depende muito do fator geométrico e contração do material da peça durante o arrefecimento, porque todo o volume da peça contrai contra a textura. Assim e dependendo da definição geométrica da peça pode ser necessário garantir um ângulo superior, fator muito importante para evitar problemas de aspeto nas zonas visíveis.



Fig.16. Exemplo tipo de peça texturada

A textura é ainda utilizada para outras funções:

Criar texturas técnicas do lado que se pretende que a peça fique presa. Isto tem a vantagem de distribuir a pressão exercida sobre a peça, por uma grande superfície evitando aparecimento de marcas na zona visível devido a deformações ou raspados;



Criar texturas técnicas em zonas onde aparecem marcas de caminhos de fluxo de matéria-prima devido à turbulência gerada pela injeção.

Criar texturas como forma de melhorar a adesividade da pintura sobre peças injetadas.

Alterações a ter em conta quando se considera uma dada textura:

A aplicação da textura aumenta a matéria-prima consumida na injeção da peça devido ao aumento de espessura. Pode ser um bom método texturar um molde já com o polimento final quando se pretende aumentar a espessura de uma peça para lhe conferir uma maior resistência.

A área superficial da peça é expandida quando está texturada e isto pode alterar o comportamento reológico relativamente à fase em que a peça não se encontrava texturada. O aumento de área superficial pode trazer vantagens de adesividade ou área disponível (funções aerodinâmicas).

O tipo de brilho é alterado com o acabamento superficial (micro rugosidade).

Diferença de dureza superficial afetam o tipo de brilho e aspeto visual.

O tipo de aço usado na construção do molde pode condicionar o tipo textura que é possível aplicar na peça

O tipo de acabamento a especificar na ferramenta depende da textura a realizar.

### **3.8.12 Verificar se foram definidos os locais e conteúdo das gravações**

É importante prever uma zona para execução das gravações da peça para permitir que seja identificada ao longo de todo o seu percurso, desde o local de produção. As gravações a realizar têm especificações próprias sendo definidas por normas. Como são geralmente realizadas do lado correspondente à parte móvel do molde, lado com extração, é prática comum realizar as gravações após o primeiro ensaio de molde. Assim podem colocar-se as gravações deslocadas dos elementos móveis acionados pela extração.

Caso se pretenda realizar as gravações no molde logo no primeiro ensaio é necessário certificar-se que é possível coloca-las nas zonas especificadas. Verificar:

Existência de extratores.

Limites de levantadores.

Limites de movimentos.

Localização de movimentos e se não interferem com as gravações durante a desmoldagem (provocando o raspar das gravações).

Proximidade de circuitos de refrigeração (caso seja necessário aplicar certo tipo de datadores e outros elementos standard).

No caso de termos gravações do lado fixo do molde, pode ser mais fácil posicionar as gravações. No entanto e sempre que existam dúvidas sobre a viabilidade da posição devem ser pedidos os elementos e informações necessários ao fornecedor do molde.



### **3.8.13 Considerar o tipo de embalagem que a geometria e requisitos do produto implicam para garantir as características finais.**

Existem aspetos a serem considerados quando estamos a desenvolver e a criar algo novo, nomeadamente se podem ser alteradas todas as zonas frágeis do produto para não obrigar a proteções e embalagens específicas mais dispendiosas. Garantir que os componentes, que fazem parte do produto, não se desmontem, desloquem ou se danifiquem durante o transporte. O conceito do produto pode ser frágil, mas poderá ser a única opção construtiva e tem-se toda a vantagem em considerar a valorização inerente à embalagem dedicada logo no início na fase inicial do desenvolvimento.

### **3.8.14 Verificar se os ficheiros 3D,2D são finais e divulgados incluindo componentes (relações de espessura, zonas críticas de enchimento / compactação / variações de espessura).**

Avaliar de forma geral o modelo CAD 3D, ter em conta se existem zonas onde se encontrem sobre espessuras e zonas de difícil compactação ou enchimento. Ter em conta nesta análise a localização e tipo da injeção, assim como a matéria-prima. Devem ainda ser verificadas as relações de espessura entre frisos e elementos técnicos criados e a espessura base da peça. O efeito da contração do material durante o arrefecimento e/ou falta de compactação podem gerar depressões na peça, normalmente designadas por "chupados".

É importante ter identificado o ficheiro final, válido para execução do molde. O 3D serve de base à construção do molde e o 2D contém informação adicional relacionada com a tolerância da peça que pode dar indicações importantes que influenciam a forma como a ferramenta é construída.

### **3.8.14 Verificar se foi analisada a capacidade de produção dos moldes.**

Neste ponto verifica-se se o número de cavidades definido é suficiente para injetar a quantidade necessária de peças a fornecer ao cliente durante o tempo disponível para produção. Tem-se em consideração os turnos existentes no local de produção, o tempo de ciclo, o número de cavidades e a ocupação da máquina prevista para injeção.

## **3.9 Especificar meios de produção - ferramenta molde e outros equipamentos**

Com o produto definido são enviados ficheiros e instruções para orçamento dos moldes e equipamentos de produção. Após seleção do fornecedor é realizada uma primeira reunião com o mesmo para especificar as características pretendidas para a ferramenta. Caso todas as partes concordem é dada indicação para execução do primeiro esboço construtivo. Este esboço é analisado e, em função dos ajustes necessários, é dado acordo para execução da ferramenta com o prazo e preço estabelecidos.

Em baixo são numerados os elementos mínimos necessários especificar para orçamentação e execução da ferramenta molde:

Identificação dos moldes por um número de molde e respetiva designação da peça



Nº de cavidades  
Força de fecho prevista  
Dimensões objetivo para o molde  
Quantidade total de injeções prevista na vida da ferramenta  
Tempo de ciclo objetivo para a peça  
Material/materiais a injetar  
Fator de contração a afetar o molde  
Tipo de acabamento  
Tipo de aço para estrutura  
Tipo de aço para parte móvel  
Tipo de aço para parte fixa  
Nº de pontos de injeção  
Necessidade de blocos quentes no sistema de injeção e bicos elétricos  
Gravações a colocar na zona da peça para identificação do produto  
Chapas, esquemas a colocar no molde para identificação do meio de produção  
Prazos para primeiros testes da ferramenta  
Identificação zonas onde injetar e estudos reológicos

Elementos gerais a serem tidos em conta pelos fornecedores na orçamentação e execução dos moldes:

Perceção clara dos elementos construtivos necessários: número de cavidades, materiais construtivos do lado fixo e móvel do molde. Numero e tipo de mecanismos móveis e respetivos materiais construtivos, nomeadamente movimentos mecânicos (acionados pela abertura do molde), movimentos à extração (acionados pelas placas de extração), levantadores (elementos moveis acionados pela extração como mesmo sentido da abertura do molde), movimentos hidráulicos (mecanismos acionados por cilindros hidráulicos).

Tipo de acabamento:

Elementos com acabamento técnico, elementos com acabamento de textura, zonas da junta do molde que correspondem a locais visíveis na peça (do ponto de vista do utilizador final)

Custos para testes dos Moldes - Consideração dos custos de transporte e número de ensaios necessários para validação do molde.

### **3.9.1 O Projeto de refrigeração do molde e especificações de standardização/construção do molde**

Durante a fase inicial da construção, e caso não tenha sido já avaliado o sistema de refrigeração durante o estudo preliminar, é feita uma análise da refrigeração do molde em 3D antecedendo a sua execução. Ficam assim definidos os *inputs* para a realização do molde conforme standardização do grupo definida no caderno de encargos dos moldes.





## 4 Fabrico e Industrialização (Pré-série)

Para avançar para o processo de afinação da industrialização do produto este deverá estar perfeitamente definido. É importante ter disponível o *dossier* completo do produto para facilitar a tomada de decisões e evitar *loops* desnecessários para ajustes e afinações tornando mais rápidas e assertivas as decisões e ações na fase de convergência para a produção série. Os elementos base que constituem esse *dossier* são listados abaixo.

### 4.1 Informação técnica a constar num *dossier* de produto completo:

- Desenhos da Peça e do Molde e lista de materiais
- Esquema de Águas do lado Fixo, lado Móvel e elementos moveis
- Esquema Elétricos, hidráulicos e de segurança
- Ficha de Conformidade do molde
- Certificados de Aços e Tratamentos Térmicos
- Gama de Embalagem e montagem do produto
- Ficha de Registo de Ensaio para registo das ações e parâmetros

### 4.2 Guia para assistir a ensaios de molde

O ensaio do molde é a altura em que os esforços dos intervenientes finalmente se tornam palpáveis. É durante o ensaio do molde que se comprova fisicamente se efetivamente conseguimos responder aos requisitos do cliente e entregar o produto especificado no prazo acordado. No entanto, como existe um grande conjunto de processos que têm de estar finalizados na mesma data limite, é um grande desafio garantir que tudo está pronto para o teste final ao molde e à obtenção de peças.

De uma forma simplista existem 4 elementos que necessitam estar garantidos no local de ensaio: disponibilidade do molde, matéria-prima em quantidade suficiente e devidamente desumidificada (se tal for especificado), disponibilidade de máquina de ensaio adequada ao processo de injeção e os recursos humanos (gestores, especialistas de molde e equipa de projeto).

O processo que dá início ao ensaio é um pedido por parte da engenharia, feito ao gestor de ensaio. Após validação este é divulgado pelos elementos que se pretende que estejam presentes. Procura-se divulgar com a maior antecedência as datas de ensaios quanto possível, no mínimo 1 semana antes do dia marcado, para que possa ser conciliado com todas as outras atividades da fábrica.

Com base na experiencia de várias áreas foi reunida uma lista de procedimentos e documentação para servir de guia ao ensaio do molde, dada a complexidade e quantidade de elementos que é necessário que sejam realizados, com vantagens a nível de redução de custos associados à ocupação de equipamentos e recursos humanos.



Documentação associada ao molde e necessária desde o primeiro ensaio do molde:

*Dossier* do molde com os seguintes elementos

- Esquema de águas do molde

- Esquema elétrico

- Esquema hidráulico

- Esquema da cinemática do molde

- Estudo Moldflow®

- Registos anteriores de ensaios do molde

- Último relatório de ensaio do molde

- Peça do último ensaio

- Ficha técnica da matéria-prima; caracterização técnica dos principais materiais

- Ficha de lançamento do molde

- Ficha da revisão do preliminar do molde

- Ficheiro 3D do circuito das águas (formato visualização)

- Gama de embalagem

- Retirar informação do lote de matéria-prima

- Verificar se as águas estão corretamente ligadas:

  - Entradas e saídas devidamente ligadas por circuito

  - Circuitos ligados individualmente

- Medir dimensões do molde e comparar com as dimensões da ficha de revisão do projeto preliminar do molde.

- Verificar se as seguranças estão ligadas. Caso as seguranças não estejam ligadas pedir a ligação. Caso as seguranças não venham instaladas anular ensaio de injeção.

- Com a máquina aberta verificar se o plano de junta tem fugas de gases.

- Antes de começar a injetar realizar um ciclo em vazio e avaliar a existência de interferências mecânicas

- Pedir para regular as forças de fecho de acordo com a máquina definida na ficha de revisão do projeto do molde.

- Caso esteja prevista injeção sequencial, solicitar a programação de acordo com o estudo moldflow. Caso não exista definir com o afinar qual a sequência pretendida.

- Pedir para se iniciar o ensaio, começando por obter peças parcialmente cheias até completas. No caso de molde com várias cavidades, verificar se existem desequilíbrios entre as diferentes cavidades. Realizar o ciclo inverso após a produção das peças.

- Conferir que as temperaturas do fuso da máquina de injeção estão de acordo com as temperaturas da ficha técnica da matéria-prima.

- Medir a temperatura do material plástico e verificar se a temperatura é idêntica à programada na máquina



Após a obtenção de peças completas (quantidade superior a 10 injeções), verificar os seguintes pontos:

- Verificar se a peça está completa
- Medir a cota índice (ter a noção que a peça está quente e não e contração não está completa). O valor medido deverá estar próximo do valor com contração.
- Medir a espessura das peças em diferentes zonas.
- Medir a temperatura do molde em várias zonas da peça, lado móvel e fixo, usando os termómetros ou máquina digital de termografia. Registrar os valores das temperaturas medidas.
- Guardar os ataques da injeção para posterior medição e comparação com o especificado.
- Avaliar extração dos gitos frios; em injeções tipo submarina, avaliar se estas deformam a peça.
- Avaliar zonas de rebarba; tomar decisão se no final do ensaio se deve marcar o molde com zarcão para aferir o ajuste real do molde.
- Pesar as peças.

Assinar 3 peças padrão (fábrica, divisão de moldes; equipa de projeto).

Marcar peça com defeitos para o fornecedor, ter em atenção os principais pontos:

- Zonas com rebarba
- Zonas de prisão em nervuras e movimentos
- Arestas vivas no molde (parte técnica) – quebrar todas as arestas vivas e passar para raio 0,2mm
- Marcas de extração
- Verificar desencontros de junta
- Queimados e fugas de gases

Preencher com o afinador a ficha de registo de ensaio

Medir ciclo de injeção

Realizar relatório dimensional, montagem, testes funcionais, plano de validação (caso existam) e elaborar relatório de ensaio

Promover a reunião com a divisão de moldes para analisar plano de ações e data do próximo ensaio. Agrupar modificações e prever prazo razoável para intervenção molde (se possível um mínimo de 4 semanas)

### **4.3 Check list de potenciais problemas na peça**

Desmontagem geral da peça, frisos centradores e outros:

- Verificam-se marcas de extratores na peça
- Verificam-se esbranquiçados na base dos frisos
- Contra-saídas de volume nos frisos e centradores
- Saída suficiente para desmoldagem (teórica e prática)
- Marcas de erosão provocam problemas de desmoldagem



As marcas de CNC, provocam problemas de desmoldagem  
Existe necessidade de colocação de desmoldante  
Espessura é suficiente para enchimento e desmoldagem  
Polimento feito no sentido de desmoldagem  
As bossas estão polidas no seu exterior (mandrilado ok)  
Curso dos movimentos suficiente para desmoldar  
Verificam-se contra-saídas de volume nos movimentos  
Arestas da junta não estão em contra-saída e a raspar a peça  
Quantidade de extratores suficiente, analisar peça em geral  
Necessária a colocação (ou adição) de golas nos extratores  
Necessário mecanismo extra-planeado para desmoldagem

Textura:

Antes de textura: polimento correto para textura  
Antes de textura: existem esbeçados nas juntas  
Depois da textura: presença de raspados  
Peça fica agarrada à cavidade durante a abertura do molde  
Limites de textura respeitados  
Textura correta e homogénea

Marcações da peça:

Marcações realizadas  
Informação completa e no local previsto pelo cliente  
Marcações não visíveis e ausência de brilhos do lado visível  
Existem cotas indexadas a serem realizadas/foram realizadas  
Existe outro tipo de marcações a realizar

Enchimento da peça:

Enchimento equilibrado da peça, sem 2ª pressão  
Enchimento equilibrado entre cavidades, sem 2ª pressão  
Verificam-se linhas de junta (estão aceites pelo cliente)  
Existem queimados devido à velocidade de injeção  
Existem queimados na peça provocados por falta de fugas  
Necessidade adicionar postigos ou pernos para fugas  
Os canais são dimensionados ao tipo de enchimento da peça  
O ataque da injeção à peça é adequado ao tipo de material  
Área contata suficiente para enchimento das cavidades  
Existem raiados nas peças  
Marcas de fluxo devido a frisos, movimentos, extratores  
Existem zonas de enchimento difícil  
Existem empenhos devido ao enchimento

Volume da peça:

Existem falhas de volume evidentes  
Existem falhas de frisos de reforço, solda ou outra função  
Existem falhas em sistemas de clipagens ou porta-agrafos  
Existem falhas de bossas de soldadura  
Existem chupados nas peças



- Existem desfasamentos entre juntas
- Correto polimento do volume visível
- Maquinação OK - raios fora de cota não aceites pelo cliente
- Acabamento das zonas técnicas terminado
- Maquinação de volume terminar ou frisos em falta
- Erosão não realizada após volume inacabado pela CNC

**Rebarbas:**

- Rebarbas na junta geral da peça
- Rebarbas nas aberturas da peça
- Rebarbas nas juntas dos movimentos/levantadores
- Rebarbas nos extratores / extratores tubulares
- Rebarbas nos extratores dos canais de injeção
- Rebarbas nas ponteiras do sistema de injeção
- Rebarbas nas juntas de postigos de gravação do volume
- Existem rebarbas nas juntas de postigos de injeção

**Embalagem e identificação:**

- Marcação do calendário antes do início da produção
- Etiquetagem de acordo com pedido do cliente
- Gama de embalagem definida pelo cliente é respeitada
- Etiquetagem de acordo com pedido do cliente
- Registo de parâmetros de injeção
- Quantidade de peças conforme pedido cliente e internos
- Alterações ao produto controladas no arranque produção

## **4.4 Check list de potenciais problemas no molde**

**Análise da Extração quanto ao funcionamento e cinemática:**

- Presença de ruídos na extração
- Verificam-se jambramentos na extração
- Pressão hidráulica da extração inferior a 50% da pressão máxima
- Pernos de retorno rodam sobre o seu eixo
- Velocidade de extração é adequada e reflete o ciclo pretendido
- Presença de rasgos de lubrificação nas guias extração/casquilhos
- Extratores provocam ruídos
- Movimentos abanam (folga no casquilho, na chaveta ou ambos)
- Movimentos fazem efeito mola, abertura do molde
- Movimentos não rodam sobre si (veio)
- Extratores tubulares devem rodar, se não possuírem posição
- Extração no seu todo faz efeito mola, na abertura do molde
- Curso de extração suficiente, ver extração da peça
- Quantidade de extratores suficiente, analisar peça
- Necessária a colocação de golas / agarras nos extratores
- Quantidade de pernos de retorno suficiente
- Hidráulicos não estão a funcionar no seu curso máximo
- Placas/batentes tocam na placa traseira no recuo da extração



Existe proteção na extração, no topo do molde  
Micros e ligações aplicados e realizados  
Existem extratores a griparem

Análise do funcionamento e cinemática geral do molde:

Geral: presença de gripados  
Geral: curso suficiente para desmoldar a contra-saída  
Movimento mecânico: possui batentes / limitadores de curso  
Movimento hidráulico: possui batentes / limitadores de curso  
Movimento hidráulico: possui micros instalados e ligados  
Movimento hidráulico: circuitos identificados corretamente  
Limitadores nos veios dos cilindros hidráulicos (impedir desaperto)  
Pressão hidráulica nos movimentos inferior a 50%

Análise da refrigeração do molde:

Existem delta térmicos elevados ( $> 15^{\circ}$ ) na superfície do molde  
Todos os circuitos estão ligados segundo o teórico  
Todos os circuitos funcionam segundo o teórico  
Necessária a adição de circuitos de refrigeração  
Necessária a colocação de postigos para otimizar a refrigeração  
Existem fugas de água  
Existe relatório de débito de águas dentro de valores  
Refrigeração está marcada  
Necessário alguma marcação adicional na numeração de circuitos

Análise do sistema de injeção:

Existem zonas de aquecimento com delta térmico  $> 20^{\circ}$   
Obturadores caso existam vedam corretamente  
Ponteiras dos bicos com temperaturas  $> 70^{\circ}$   
Ligações elétricas de acordo com esquemas  
Existem patelas anti-dilatação em frente às ponteiras

Análise dimensional e uniformização do molde:

Lançamento do molde OK, conforme pedido pelo cliente  
Barras de segurança aplicadas no molde  
Periféricos do molde, correm risco de se danificar  
Esquemas elétricos importantes em falta  
Verificar placas de extração com zarcão: todas marcam por igual  
Verificar junta do molde com zarcão: existem falhas evidenciadas  
Verificar pernos de retorno com zarcão: estão a marcar  
No conjunto as 3 verificações estão OK  
Foi realizado controlo dimensional ao molde. Verificar conformidade.



Sempre que possível deve usar-se a ficha técnica e bases de dados caracterizadas com os dados específicos da matéria-prima a usar. As simulações reológicas para enchimento e empenho conseguem, deste modo, aproximar-se mais do resultado do processo de injeção e ser uma ferramenta de decisão importante na forma de injetar a peça. Na Tabela 3 encontram-se resumidas algumas propriedades dos materiais mais usados para perceção dos valores e temperaturas usuais sem dispensar a consulta das fichas técnicas específicas.

Tabela 3. Temperatura processamento de materiais injeção (informação genérica)

<b>Materiais</b>	<b>Sigla</b>	<b>Temperatura de trabalho (°C)</b>	<b>Temperatura molde (°C)</b>	<b>Contração (%)</b>	<b>Densidade Sólido (g/cm³)</b>	<b>Tempo de estufagem (h)</b>	<b>Temperatura de estufagem (°C)</b>
Polietileno de Baixa densidade	PEBD	140-260	10-24	1,5-3,0	0,95	N/A	N/A
Polietileno de Alta Densidade	PEAD	140-260	10-24	1,5-5,0	0,97	N/A	N/A
Polipropileno Homopolímero	PP Homo	220-280	10-24	1,0-2,5	0,91	N/A	N/A
Polipropileno Copolímero	PP Copo	220-280	10-24	2,0-2,5	0,91	N/A	N/A
Poliestireno Cristal	PSc	180-280	70	0,4-0,7	1,04-1,05	1-2	60-80
Poliestireno de Alto Impacto	PSAI	180-260	60	0,4-0,7	1,03-1,06	1-2	60-80
Copolímero de Acrilonitrila Butadieno e Estireno	ABS	230-260	60-80	0,4-0,7	1,08	2-4	80-100
Copolímero de Estireno e Acrilonitrila	SAN	190-280	80	0,5-0,7	1,08	2-4	60-80
Poliamida 6 (nylon 6) + Fibra de Vidro (desumif.)	PA 6 +GF 30%	240 – 280	70-80	1,4-2	1,4	2-3	80-100
Polipropileno + Fibra de Vidro	PP +GF 30%	200-280	60-80	0,8-2	1,14	2-3	80-100
Politetrafluoretileno	PTFE	320-360	200-230	3,5-6,0	2,17	N/A	N/A
Poli(Metacrilato de Metila)	PMMA	240-260	60-70	0,1-0,8	1,18	6-10	80-100
Poli(Óxido de Metileno) (Poliacetal)	POM	160-220	60-80	1,9-2,3	1,42	1-2	80-100
Policarbonato	PC	260-290	60-90	0,8	1,2	2-3	80-100
Poli(Tereftalato de Etileno)	PET	220-260	10-24	1,2-2,0	1,37	4-6	80-100
Poliamida 6 (nylon 6)	PA 6	240-280	60-80	0,5-2,2	1,14	2-3	80-100
Poliamida 6.6 (Nylon 6.6)	PA 6.6	240-280	60-80	0,5-1,5	1,65	2-3	80-100
Acrilonitrilo/Estireno/Éster Acrílico	ASA/PC	240-280	70-80	0,4 – 0,7	1,04 – 1,06	2-4	80-100
Etileno-Butadieno-Dieno	EPDM	190-250	10-24	0,6-0,8	1,08	2-3	80-100
Polipropileno com carga	PPT-16	220-280	10-24	1,0	1,2	2-3	80-100



Tabela 4. Causa efeito dos problemas do processo de injeção

Possíveis ações para problemas de injeção	máquina de injeção											molde				Outras ações												
	Contrapressão	Tempo da 1ª injeção	Força de fecho	Temperatura do cilindro	Segunda Pressão	Tempo da 2ª Pressão	Pressão da injeção	Velocidade de injeção	Quantidade de material injetado	Temperatura de fusão	tempo de refrigeração do molde	temperatura do molde	temperatura do bico de injeção	tempo de ciclo	velocidade de rotação do fuso	mudar localização da injeção	dimensão da injeção	dimensão do injetor ou canal	dimensão das fugas	verificar contaminação material	verificar ajuste do molde	limpar a superfície da cavidade	limpar as gravações	limpar as fugas de gases	Desumidificar material	quantidade de material reciclado	remover //limpar fuso e tremonha	
Rebarbas em excesso	5↓	3↑	2↓	2↓	4↓	4↓	1↓	6↓				7↓							10		9	8						
peça sobre-dimensionada		2↓	8↑	5↓	4↓		3↓	1↓				6↑		7↓														
prisão da peça		3↓		6↓	2↓	7↓	1↓	8↓			4↑	5↓																
injeção insuficiente	8↑					9↑	2↑	6↑	1↑	3↑		5↑	4↑				11↑	10↑	7↑				12					
prisão do gito		3↓				2↓	1↓	5↓			4↓	6																
peça sub-dimensionada		3↑		6↑	4↑	5↑	2↑	1↑			9↓	7↓					8↑											
Pontos negros, manchas castanhas	5↓									3↓				4↓						2								1
Bolhas de ar	2↑									4↓		3↑			1↓	6			7↑						5			
Pecas frágeis	2↓						4↓			1↑					3↓					7					5	6↓		
Marcas de queimado		4↓					5↓	1↓		2↓		3↓					6↑		8↑				7					
Pecas partidas			2↑				5↓	1				4↑	3↑												6			
Delaminação								4		2↑		1↑								3					5	6↓		
Descoloração	4↓		2↓										3↓	5↓					7↑	6								1
Marcas de Fluxo			1↑				4↑	5				2↑					6↑	7↑										
Efeito de jato								1↓		2↑		3↑				5	4↑											
Superfície com fraco acabamento			3↓				2↑	4↑			8↑	1↑					7		5↑			6						
Linhas de união						3↑	1↑	5↑		2↑		4↑					7		6↑						8			
Raiados												6↑	5↓	7↓			8↑			2					1			
Chupados	7↓				3↑		2↑	6↑	1↑	5↓		4↓			8↑	13	10↑	9↑							11	12↓		
Ocos					3↑		2↑	6↓	1↑	5↓		4↑				11	9↑	8↑						7	10			
Empeno						3↑	4			5	2↑	1				7	6↑											





A experiência e conhecimento adquiridos em ensaios, permite detetar e resolver os problemas quase de forma intuitiva. No entanto, nem sempre as razões e soluções são evidentes pelo que se pode usar a Tabela 4 como metodologia para identificar e resolver um problema detetado durante a injeção de acordo metodologia sugerida na tabela. Podemos a título de exemplo seguir um problema típico associado a um defeito provocado pela depressão localizada na superfície da peça, normalmente devido à contração da matéria-prima, identificado na tabela como “chupados”. O primeiro ponto a verificar é se é possível aumentar a quantidade de matéria-prima injetada durante a 1ª pressão. Em condições normais a peça deve ficar cheia apenas com a 1ª pressão. Se o problema não ficar resolvido com o 1º ponto passa-se então ao 2º ponto, verificando-se o valor da pressão de injeção usado e se é viável aumentá-lo, sem que outros defeitos surjam na peça. Estando ainda o problema por resolver passa-se ao ponto seguinte e assim sucessivamente.

#### **4.5 Controlo do molde, receção e arquivo do *dossier***

A entrega da ficha de controlo geral do molde marca o início do processo de validação dos moldes. Os *dossiers* aquando da entrega são verificados e a informação contida comparada com a informação aplicável conforme ficha de controlo do molde.

Como o principal meio de produção de uma peça obtida por injeção é a ferramenta molde, é essencial, para permitir um correto seguimento do produto em fase série, que os elementos chave do *dossier* do molde identificados em baixo sejam verificados aquando da sua receção.

- Ficha de controlo geral

- Desenhos 2D e 3D

- Esquemas: pneumáticos, refrigeração, hidráulicos

- Esquema elétrico do sistema de injeção e seguranças

- Plano de manutenção, Lista materiais e tratamentos térmicos dos aços

Deste modo torna-se mais assertiva uma avaliação da exequibilidade, caso exista pedido posterior para evolução do produto após a construção do molde.

Pode ser consultado o aspeto geral de um documento de verificação de *dossiers* no anexo A1.

Este é um exemplo de um projeto com vários produtos e respetivas ferramentas molde.



## 5. Seguimento do processo de gestão do produto desde adjudicação à entrega para produção série com peças tipo

### 5.1 Peça tipo: Pilar A

O primeiro tipo de peças escolhido – pilar A, representa, a título de exemplo, uma das metodologias de trabalho que pode ser desenvolvida na empresa. Neste caso após uma fase de cotação ao cliente o produto é adjudicado passando este produto – pilar A, a ser analisado e seguido por uma equipa de projeto.



Fig.17. Peça a injetar – Pilar A

#### 5.1.1 Identificação da peça tipo – Pilar A

Esta peça localiza-se na parte frontal do veículo, é visível para o utilizador final e tem como funções o revestimento da chapa e embelezamento do habitáculo.



Fig.18. Localização da peça no habitáculo do veículo



O primeiro passo é a verificação dos requisitos e especificações gerais do pilar A. Informação disponibilizada pelo Cliente em caderno de encargos (por motivos de confidencialidade estes dados não são revelados neste documento). Em baixo podem ser identificados os itens relevantes a consultar:

Exigências gerais:

- Marcação
- Aspeto
- Controlo dimensional e tolerância
- Montagem
- Fiabilidade
- Condições gerais de utilização
- Condições gerais de ensaio

Exigências de funcionalidade:

- Fixações metálicas
- Fixações à estrutura
- Outros tipos de fixação
- Rigidez
- Esforços de funcionamento, montagem e desmontagem
- Comportamento ao choque a frio
- Comportamento ao choque lateral
- Ruídos, ruídos parasita e de funcionamento
- Resistência ambiente, corrosão, gordura, fadiga mecânica, vibrações

Exigências de material:

- Exigências gerais dos materiais
- Componentes interditos
- Componentes indesejáveis
- Durabilidade e aspeto
- Combustibilidade
- Embaçamento
- Volatilidade de aditivos
- Odor e sensibilidade ao tato
- Resistência do pigmento à luz e humidade

Informação sobre reciclagem no fim de vida do veículo:

- Materiais recicláveis, critérios para desmontabilidade

### 5.1.2 Especificações do Pilar A

Neste caso o *pilar A* foi cotado para ser desenvolvido segundo condições específicas, a saber:

- Peça injetada com textura MT 4117 (Ver tabela – Anexo B)
- Previstos 3 pontos de fixação por cliques
- Objetivo peso para *pilar A* esquerdo e direito 500g
- Espessura definida para o *pilar A*: 2,5mm



Necessário respeitar relações espessura/nervuras nas zonas técnicas para evitar marcas devido a contração de material, mantendo funcionalidade de montagem e desmontagem.

Prever integração de insonorização, numa superfície total 1200cm<sup>2</sup>

De seguida é combinado com o cliente disponibilizar os dados necessários para permitir a receção em digital do 3D das superfícies de estilo/design do pilar A e carroçaria local (chapas) com zonas previstas para fixação.

### 5.1.3 Abertura do projeto e da peça nos sistemas internos de gestão

Antes de se poderem analisar os ficheiros de dados 3D, com recurso ao software CAD, é necessário preverem-se algumas condições relacionadas com as estruturas de suporte. Assim esse trabalho pode ser realizado de forma organizada. É necessário inserir o projeto e a peça nos sistemas internos de gestão SGP e SGE. Este processo permite gerir todas as receções, análises e alterações realizadas sobre os elementos informáticos do pilar A. Os elementos recebidos vêm posicionados na posição carro, segundo o sistema de eixos apresentado na imagem da Fig.19.

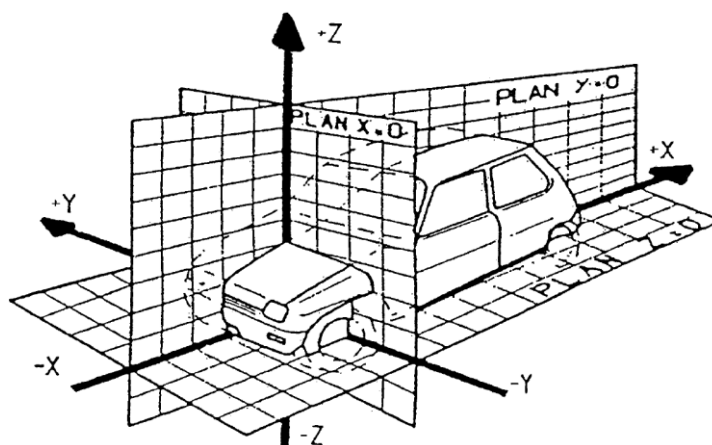


Fig.19. Sistema de eixos

### 5.1.4 Análise superfícies de design para produção e início da ficha técnica do produto

As superfícies do pilar A, são descarregadas e são arquivadas nos servidores internos utilizando-se o SGE. Quando ficam disponíveis, são realizadas as primeiras análises. São definidas as fichas técnicas para o pilar A esquerdo e direito (caso não sejam simétricos) com base na análise do 3D.

A informação a constar na ficha técnica:

Imagem com a simulação da peça em 3D e identificação do sentido de desmoldagem geral escolhido, e caso necessário identificação de mecanismos adicionais para desmoldagem.

Imagens das análises de desmoldagem da saída para textura das superfícies de design – pele visível do pilar A, com a forma exterior da peça sem espessura.

Registo da área projetada da peça segundo o sentido de desmoldagem.

Comentários adicionais relacionados com a exequibilidade para molde.



A ficha técnica vai sendo continuamente enriquecida e atualizada com mais informação no decorrer do projeto.

No caso do pilar A o volume desmolda na totalidade com o sentido de desmoldagem escolhido para abertura do molde, sem necessidade de mecanismos extra. A análise das superfícies de design foi realizada para 3,5 graus de saída conforme necessário para a textura especificada (com base na tabela do anexo B). Caso o resultado desta análise revele problemas de desmoldagem é necessário acordar com o cliente a solução a tomar que poderá passar por alteração da profundidade da textura nas zonas problemáticas, pela alteração do tipo de textura ou pela alteração das superfícies de design inicialmente recebidas.

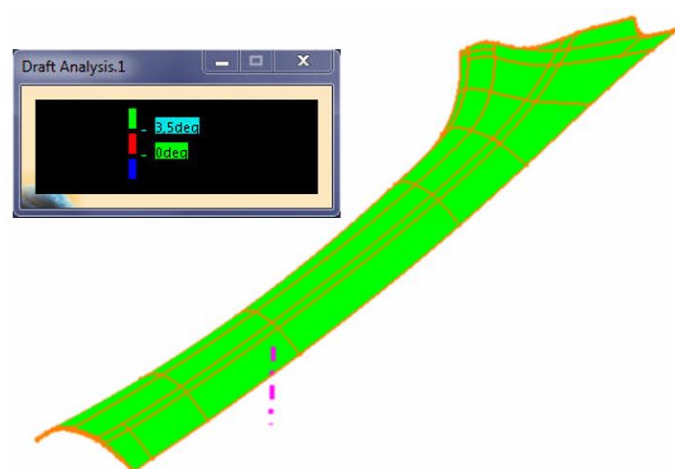


Fig.20. Análise de desmoldagem das superfícies de design

### 5.1.5 Definições do produto – Plano peça

Nos planos peça são especificadas características do produto e a sua relação com envolventes. Na imagem da Fig.21 podemos ver o pormenor de especificar os limites de textura a uma distância de segurança do fim de peça para se poder garantir a ausência de rebarbas e acabamento na zona próxima do plano de junta do molde. Na Fig.22 é ainda visível a especificação a ser garantida relativamente à folga visível entre o *pilar A* e a peça envolvente. Outra informação importante a constar no plano peça do *pilar A* é a definição dos pontos de isostatismo. Pode identificar-se na Fig.24, por exemplo, que o ponto principal de posicionamento em X e Z é feito no indexador. Isto significa que vamos poder garantir a localização da posição junto ao interface com a envolvente na proximidade deste indexador e que a dispersão associada a variação dimensional resultante no processo de injeção e condições climáticas como a temperatura terá de ser “absorvida”/considerada na outra extremidade da peça Fig.23.

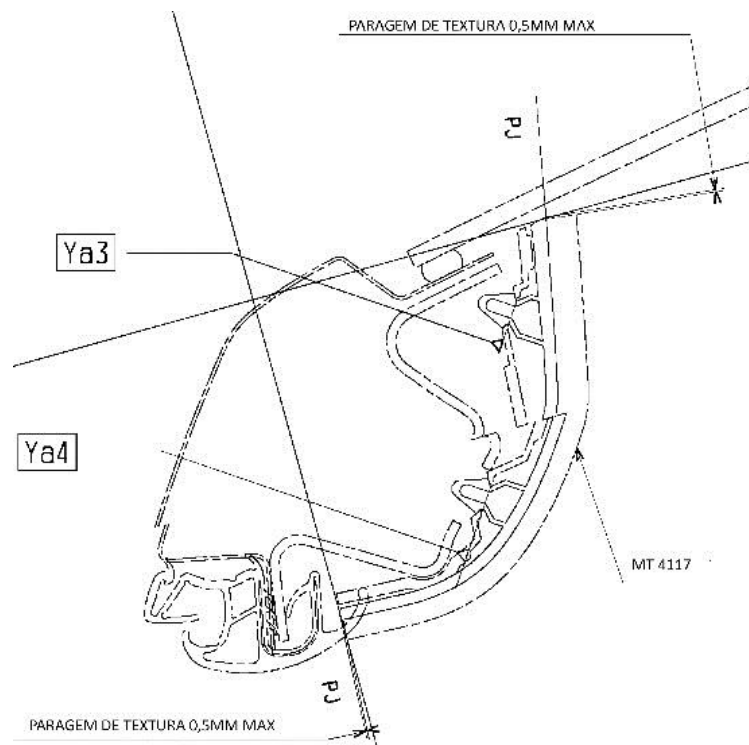


Fig.21. Especificação limites de textura

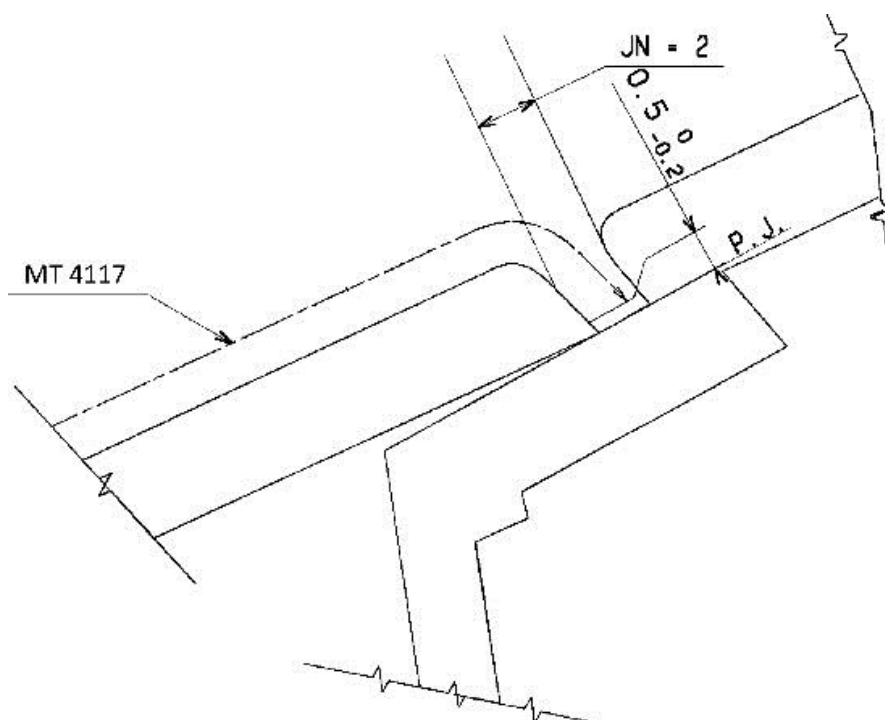


Fig.22. Detalhe fim peça e definição da folga com envolvente na zona superior pilar

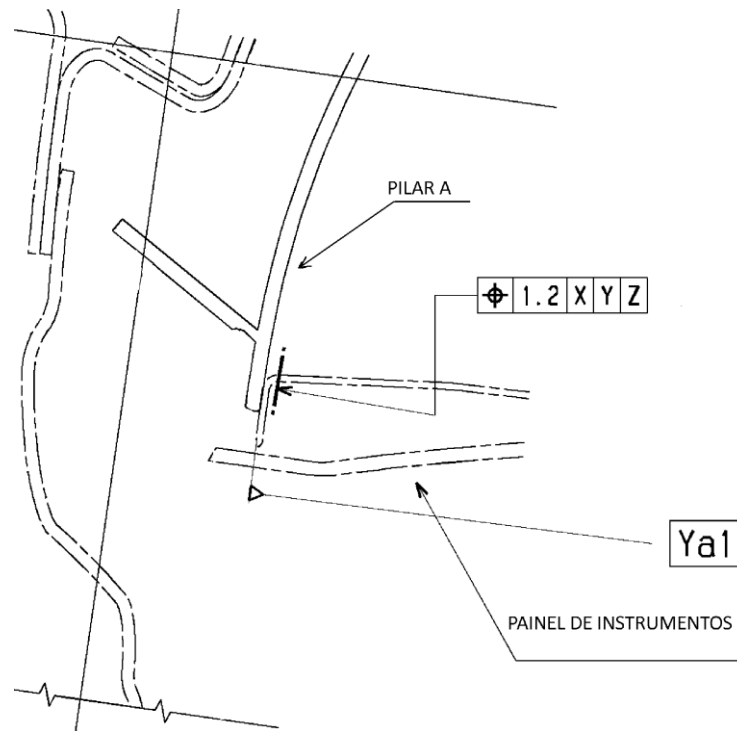


Fig.23. Detalhe fim de peça (zona inferior)

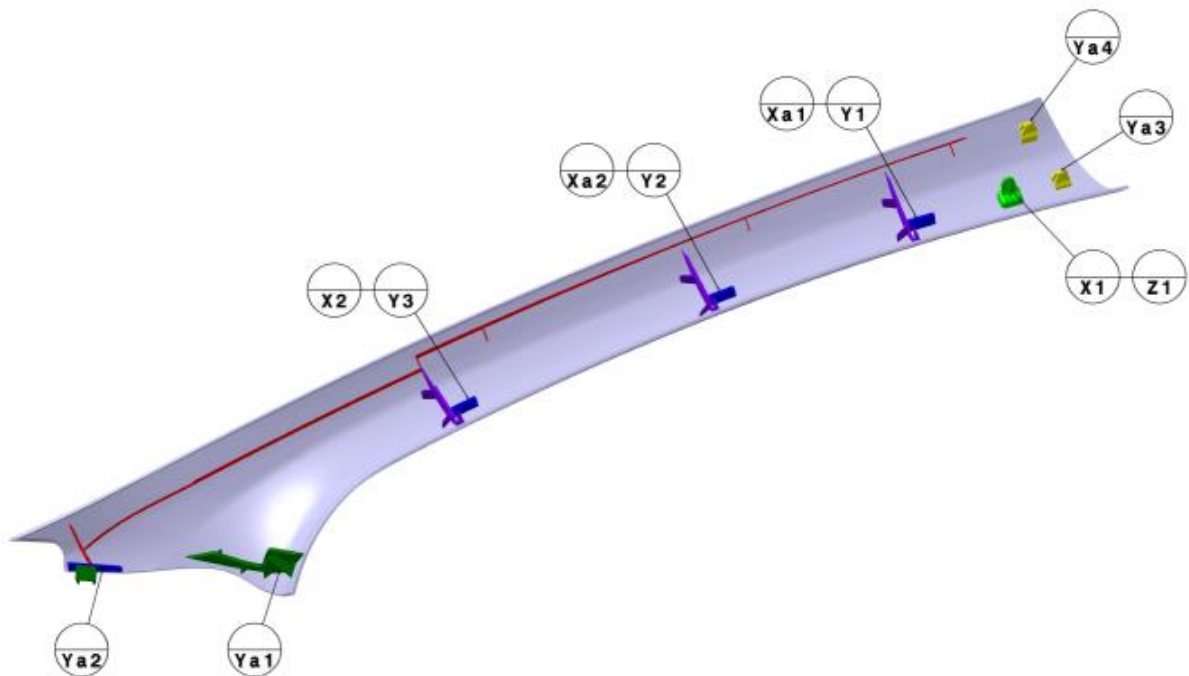


Fig.24. Exemplo de identificação dos pontos de isostatismo



### 5.1.6 Estrutura técnica usual num pilar A

A experiência no desenvolvimento e produção de peças idênticas é uma vantagem pois já se conhecem os reforços típicos a aplicar. Neste caso podemos ver na imagem da Fig.25 o friso longitudinal a vermelho criado no espaço disponível destinado a impedir o empeno da peça. As zonas a verde-escuro são zonas de apoio e juntamente com as zonas a roxo impedem que peça rode ou se movimente. Temos a azul os pontos de ligação à chapa e a verde-claro o ponto de referência criado para posicionamento durante a montagem. A amarelo identifica-se facilmente a técnica criada para ligação à peça envolvente. A sequência para montagem conforme a técnica criada obriga a que ambas as peças próximas do pilar A já estejam montadas como se pode observar olhando para as imagens que mostram o detalhe da zona superior e inferior (Fig.22 e Fig.23).

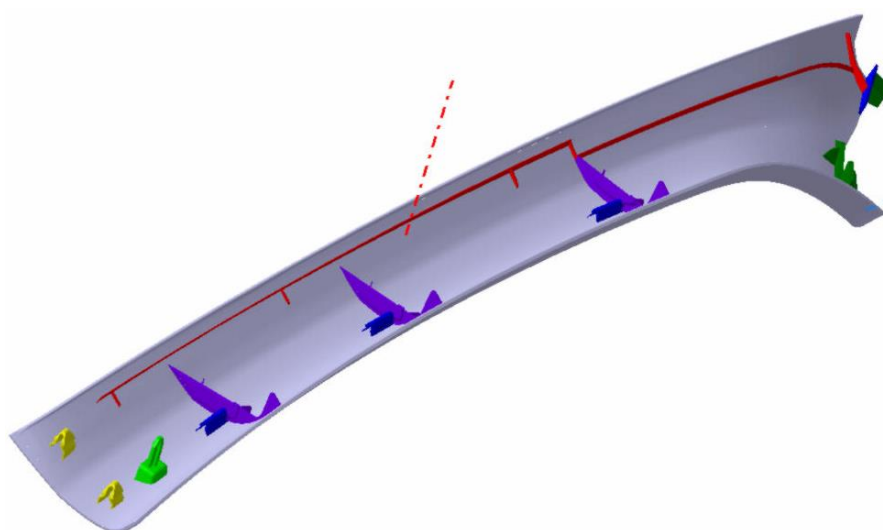


Fig.25. Vista geral da peça com as várias zonas técnicas

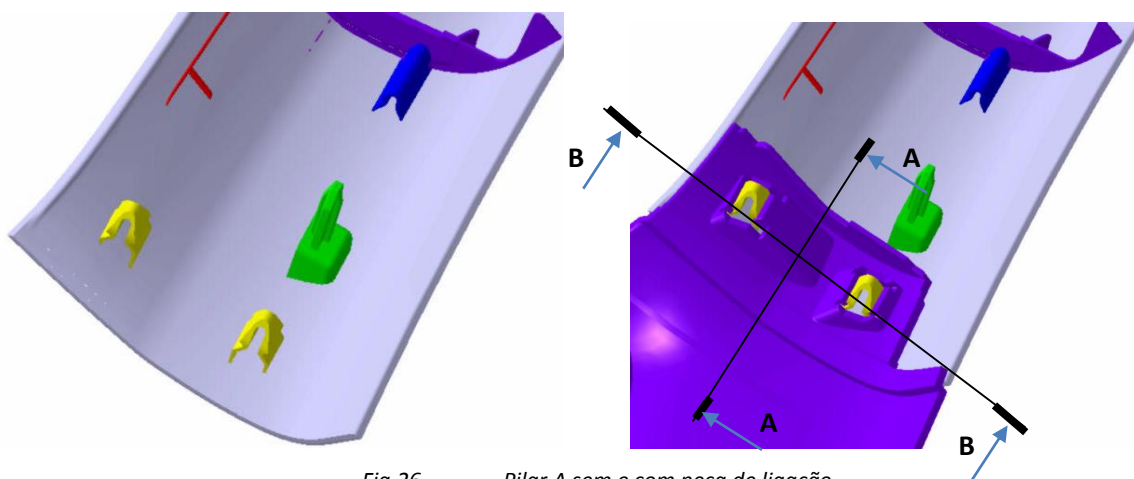


Fig.26. Pilar A sem e com peça de ligação



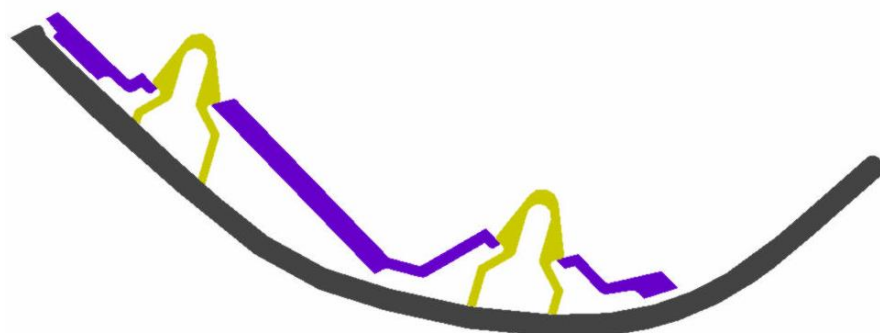


Fig.27. Seção B-B – ligação entre peças



Fig.28. Seção A-A - tipo de sobreposição entre peças

### 5.1.7 Insonorização e proteção da peça para transporte

São definidos planos internos para os componentes a serem incluídos no produto, no caso se serem específicos para o produto. Neste caso em estudo não existiam insonorizantes a ser fornecidos com as medidas necessárias. Foram especificados insonorizantes e consultados vários fornecedores para fornecimento deste componente para o *pilar A*. Os planos internos são então criados pretendendo-se que a forma de consolidação ao pilar seja colagem. Tendo em conta a área disponível é especificado o insonorizante da Fig.29, com uma densidade de  $800 \text{ g/m}^2$  e uma espessura de 15 mm, sendo a face posterior à representação adesivada. Foi necessário dividir a área de insonorização do pilar em 3 zonas separadas devido aos elementos técnicos de fixação existentes na peça.

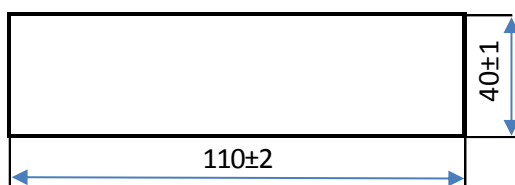


Fig.29. Exemplo de insonorizante usado no pilar A



### 5.1.8 Criação de sistemas anti-erro para montagem de componentes

Com o objetivo de evitar que os insonorizantes sejam mal colados nas peças aquando da montagem é útil colocar zonas de referência que possam servir como pontos de apoio visuais na colagem. Com esse propósito foi definido gravar uma zona limite para identificar os locais corretos para colagem dos insonorizantes.

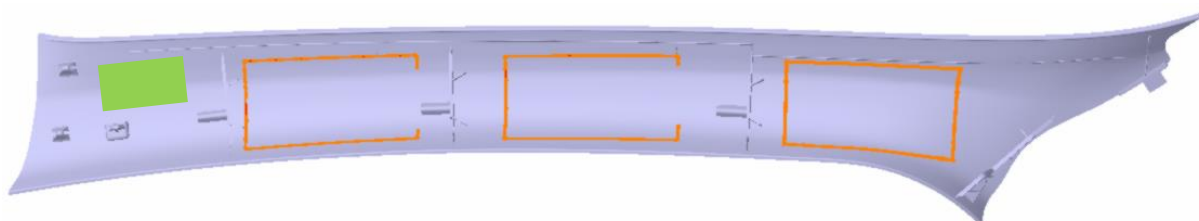


Fig.30. Localização da posição dos insonorizantes no pilar A e gravações

### 5.1.9 Marcações e identificação do pilar A

Por questões de identificação do produto é necessário definir gravações a colocar na peça de acordo com as normas e especificações de cada construtor. Na Fig.31 encontra-se um exemplo dos elementos necessário a colocar no produto. Os elementos base são referência da peça, índice (associado à referência para questões de identificação e seguimento de evoluções de produto), matéria-prima, calendário para identificação da data de produção. Em caso de cavidades múltiplas deve ser identificado o nº da cavidade ou identificação da peça esquerda e peça direita como é o caso do nosso exemplo. Podem ser encontrados outros elementos de acordo com especificações dos construtores como o local de produção, país de origem, etc.

G	←	Indicação da peça Esquerda / Direita																																																																																																													
REF	---	Referência do Cliente																																																																																																													
IND.	---	Índice do Peça																																																																																																													
>P/E MD20< MP	---	Identificação da matéria prima																																																																																																													
<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr><tr><td>13</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>14</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>15</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>...</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13												14												15												...																																																												←	Calendário "em grelha"
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																																																				
13																																																																																																															
14																																																																																																															
15																																																																																																															
...																																																																																																															
		←	Zona para Logótipo do cliente e fornecedor																																																																																																												

Fig.31. Gravações tipo para identificação do Pilar A



### 5.1.10 Análise funcional da peça e FMEA de Design do Pilar A

São em primeiro lugar definidos os grupos funcionais para o pilar A, englobando as várias funções da peça. As funções principais (FP...) e secundárias (FS...) estão representadas no diagrama da Fig.32. As funções definidas servem como ponto de partida para a análise do FMEA.

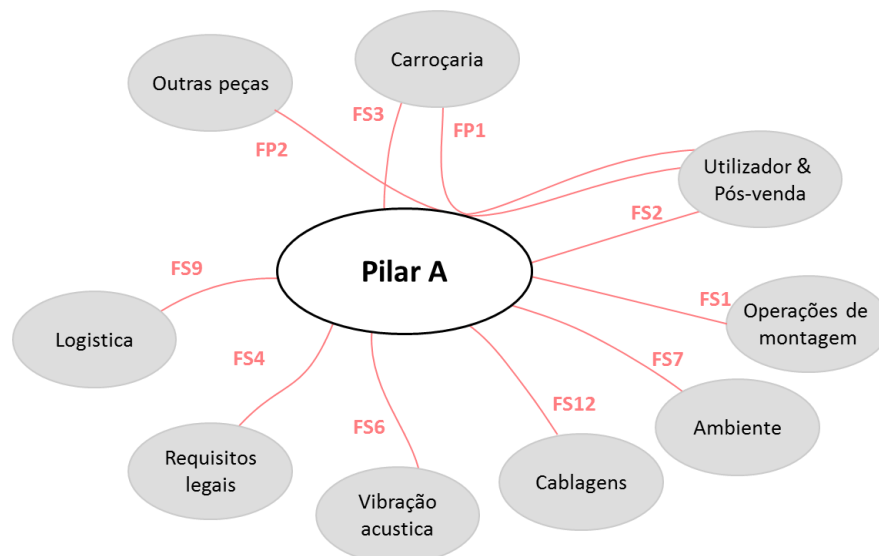


Fig.32. Diagrama da análise funcional do pilar A

**FP1:** A peça deve ocultar a carroçaria do utilizador.

São analisados nesta função modos potenciais de falha como peça incompleta, dificuldades de injeção, deformação e rebarbas. Os modos de falha peça incompleta identifica-se com uma severidade elevada. Este defeito será relativamente fácil de prevenir aquando especificação da ferramenta e definição do modo de injeção.

Função	Efeitos potenciais da falha	S	Causas potenciais da falha	O	controles atuais para prevenção/detecção da falha	D	SOD
FP1	Peça incompleta Rigidez estrutural da peça insuficiente Peça deformada	10	Conceção inadequada Espessura inadequada Escolha inadequada de materia prima	3	Análise 3D Estudo reológico (Molflow) Experiência com peças idênticas	3	90
FP1	mau posicionamento da peça folgas / afloramento não conformes Insatisfação do cliente	3	Dimensional da peça não conforme Mau design da peça Má definição de isostatismo Fixações insuficientes ou inadequadas	3	Montagem das peças no veículo e meio de controlo/análise dos relatórios de controlo.	3	27
FP1	folgas / afloramento não conformes Insatisfação do cliente	3	Peças não-conformes dimensionalmente Má concepção da peça Má definição de isostatismo da peça Má montagem	4	Execução e análise do 3D da peça em relação às peças envolventes Realização e análise de planos 2D Execução e análise de cadeia de cotas Considerar retorno das montagens no carro	3	36



**FP2:** A peça deve parecer homogenia à vista do utilizador

São analisados nesta função modos potenciais de falha como manchas, rebarbas, riscos e correspondencia de cor entre peças.

Função	Efeitos potenciais da falha	S	Causas potenciais da falha	O	controles atuais para prevenção/deteção da falha	D	SOD
FP2	Peça riscada/ marcas extração	3	Conceção e design da peça	2	Análise do 3D e superfícies a texturar	2	12
	Rebarbas		Definição da injeção (posição, número de pontos e parâmetros de injeção)		Comportamento materiais previsível (idéntico)		
FP2	manchas/ brilhos locais	3	Mau design de peça (variações de espessura mal definidas)	2	Execução e análise do 3D da peça em relação às peças envolventes	2	12
	Insatisfação do cliente		Dimensional peças não conforme (nervuras, indexadores, ...)		Ações em função do feedback das montagens no carro		
FP2	manchas ponto de injeção	4	Má localização do ponto de injeção	3	Estudos de enchimento	2	24
	Insatisfação do cliente		Tipo de injeção não apropriada		Considerar experiencia previa com produtos semelhantes Considerar retorno das montagens no carro		
FP2	diferenças cor entre peça e envolvente	4	Corante mal desenvolvidos ou não apropriado para o material base	3	Utilização de matérias compatíveis	3	36
	Insatisfação do cliente				Validação do corante em placas		

**FS1:** A peça deve garantir a integridade do operador na montagem

São analisados nesta função modos potenciais de falha como montagem incorreta da peça, esforço excessivo de montagem (não cumprimento especificações do caderno de encargos), danos fisicos no operador devidos à peça durante montagem ou manuseamento.

Função	Efeitos potenciais da falha	S	Causas potenciais da falha	O	controles atuais para prevenção/deteção da falha	D	SOD
FS1	<p>dificuldade de montagem devido a:</p> <p>cinemática de montagem</p> <p>esforço montagem superior ao especificado</p> <p>segurança operado afetada</p>	10	<p>Geometria da peça no interface com a envolvente</p> <p>Concepção da peça (sistema de fixação)</p>	2	<p>Execução e análise do 3D da peça em relação às peças envolventes</p> <p>Ensaio de montabilidade de peça em fábrica</p> <p>Realização de ensaios para determinar esforço de clipagem da peça</p>	2	40

**FS2:** A peça deve garantir a integridade do utilizador

São analisados nesta função modos potenciais de falha relacionados com a segurança do utilizador final, como p.exemplo o não respeitar especificações para raios mínimos da peça.

Função	Efeitos potenciais da falha	S	Causas potenciais da falha	O	controles atuais para prevenção/deteção da falha	D	SOD
FS2	<p>Raios mínimos não respeitam as normas</p> <p>Prejuízo para o utilizador</p> <p>Segurança utilizador afetada</p>	10	Concepção da peça	1	<p>Execução e análise do 3D</p> <p>Validação do plano de forma</p>	1	10



**FS3:** A peça deve garantir as montagens e desmontagem indicadas no caderno de encargos

São analisados nesta função modos potenciais de falha relativos às especificações de montagem. Neste caso foram definidas ações a prever fase de testes de montabilidade após primeiros ensaios do molde para aferir e ajustar algum problema que pode surgir mesmo estando a usar componentes e sistemas de fixação conhecidos.

Função	Efeitos potenciais da falha	S	Causas potenciais da falha	O	controles atuais para prevenção/deteção da falha	D	SOD
FS3	Esforço montagem / desmontagem excessivo ou insuficiente Dificuldade de montagem na fábrica ou pós venda Ruídos parasitas Após 5 montagens/ demontagens os esforços descem abaixo de 80% dos valores iniciais	6	Má escolha da matéria-prima Concepção da peça (sistema de fixação)	6	Utilização de matérias compatíveis Execução e análise do 3D da peça em relação às peças envolventes Ensaio de montabilidade de peça em fábrica Realização de ensaios tendo em conta os apoios para as fixações	6	216

**FS4:** A peça deve cumprir todos os requisitos legais (materiais interditos, combustibilidade e reciclagem)

São analisados nesta função modos potenciais de falha relativos às especificações de matérias primas.

Função	Efeitos potenciais da falha	S	Causas potenciais da falha	O	controles atuais para prevenção/deteção da falha	D	SOD
FS4	Presença de substâncias ilícitas	10	Má escolha da matéria-prima	1	Utilização de matérias compatíveis Pedir certificados ao fornecedor	1	10
FS4	Velocidade de combustão superior ao especificado	10	Má escolha da matéria-prima	1	Utilização de matérias compatíveis Pedir certificados ao fornecedor Realização de ensaio de combustibilidade	1	10
FS4	Impossibilidade ou erro na reciclagem	3	Gravações não conforme	2	Materia prima e locais para gravações definidas no plano Verificação da conformidade das gravações de acordo com as normas	1	6

**FS6:** A peça não deve originar vibrações acústicas

O modo de falha identificado sob esta função é a existência de ruídos parasitas gerados pela vibração da peça. Como prevenção foi analisada a cadeia de cotas considerando as posições definidas pelos sistemas de fixação e criada a folga necessária do lado previsto de maior dispersão na peça (zona inferior). Foram previstos testes de arrancamento para ser analisado o comportamento das fixações.

Função	Efeitos potenciais da falha	S	Causas potenciais da falha	O	controles atuais para prevenção/deteção da falha	D	SOD
FS6	Presença de ruídos parasitas no habitáculo insatisfação utilizador	6	Concepção da peça (folgas e afloramento) Concepção da peça (sistema de fixação) Interface com o envolvente	6	Cadeias de cotas Ensaio de arrancamento	6	216



**FS7:** A peça deve resistir às condições ambientais

São analisados nesta função modos potenciais de falha relativos a degradação do pilar A e variações dimensionais ,

Função	Efeitos potenciais da falha	S	Causas potenciais da falha	O	controles atuais para prevenção/deteção da falha	D	SOD
FS7	degradação da peça durante manuseamento descontentamento cliente	6	Má escolha da matéria-prima / textura / cor	4	Utilização de matérias compatíveis Considerar experiência previa com produtos semelhantes Realizar teste de resistência à fricção nas peças texturadas	2	48
FS7	degradação da peça durante manuseamento descontentamento cliente	6	Acondicionamento/embalagens não adaptados (protecção insuficiente)	5	Definição e validação das gamas de embalagem	4	120
FS7	degradação da peça durante manuseamento descontentamento cliente	6	Não considerar as recomendações do fornecedor manipulação incorrecta	4	Considerar recomendações do fornecedor	2	48
FS7	degradação da peça descontentamento cliente perda de transparencia devido à emissão de substâncias descontentamento cliente	6	Alteração dimensional e / ou da aparência da peça quando sujeita a variações climáticas	4	Execução e análise do 3D da peça em relação às peças envolventes Utilização de matérias compatíveis	2	48
FS7	Emissão de odores desagradáveis descontentamento cliente	6	Má escolha da matéria	4	Utilização de matérias compatíveis Realização de ensaio salino	1	24
FS7	Degradação do aspeto peça com produtos de limpeza Descontentamento cliente	6	Má escolha da matéria	4	Utilização de matérias compatíveis Realização de ensaio de odores	1	24
FS7		6	Má escolha da matéria	4	Utilização de matérias compatíveis Realizar teste de resistência à fricção nas peças texturadas	1	24

**FS9:** A peça não pode degradar durante transporte até montagem (protecção produto, embalagem, manuseamento e montagem)

Analisa-se relativamente a esta função as falhas que podem ocorrer por motivos de transporte e embalagem dos pilares. Como já acontece com produtos idênticos foi necessário prever colocação de filmes de protecção para proteger a peça de se riscar ou sujar durante transporte e manuseamento – ver .Fig.33

Função	Efeitos potenciais da falha	S	Causas potenciais da falha	O	controles atuais para prevenção/deteção da falha	D	SOD
FS9	Degradação do aspeto / deformação da peça durante transporte ou acondicionamento Descontentamento cliente	6	Má definição da embalagem Mau condicionamento	5	Definição e validação das gamas de embalagem Considerar experiência previa com produtos semelhantes	4	120

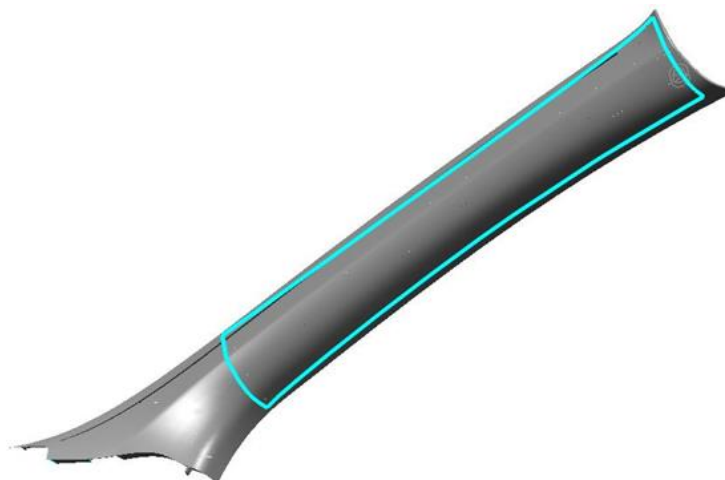


Fig.33. Local previsto para proteção da peça com filme plástico

**FS12:** A peça deve garantir a passagem de cablagens sem interferências

As falhas que originem o não cumprimento desta função pelo pilar A são detetadas com alguma facilidade durante a fase de definição das fixações, assegurando que se têm as peças envolvidas atualizadas e que devem incluir as cablagens que passem ou sejam fixadas à peça.

Função	Efeitos potenciais da falha	S	Causas potenciais da falha	O	controles atuais para prevenção/detecção da falha	D	SOD
FS12	Dificuldade aquando montagem da peça devido a interferência com cablagens		Dimensional não conforme		Execução e análise do 3D da peça em relação às peças envolvidas		
	Degradação/deformação/perda de função das cablagens	8	Má concepção da peça	2	Realização e análise de planos 2D	3	48
	Descontentamento cliente		Má definição do isostatismo da peça Folgas com peças envolvidas		Execução e análise de cadeia de cotas		

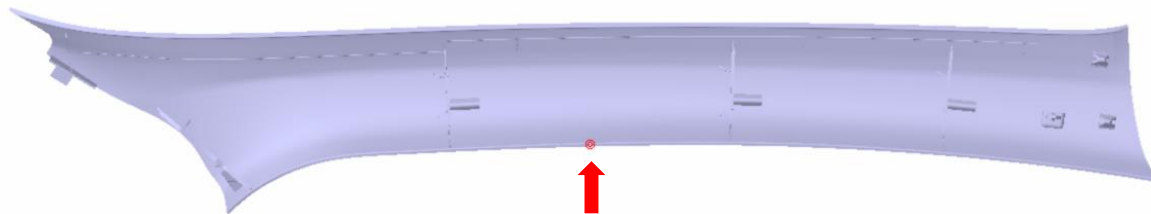
Realizadas as otimizações iniciais o produto deve ser analisado sobre o ponto de vista da lista de verificação genérica exequibilidade geral. Esta análise é obrigatória e impeditiva do avanço para a construção do molde. Caso a análise seja satisfatória deve ser atualizada a ficha técnica do produto com as alterações realizadas e os novos dados incorporados no *dossier* do projeto.

#### 5.1.11 Definição do tipo injeção

Existem vários fatores que influenciam a escolha do sistema de injeção adotado para uma dada peça. É necessário considerar os comprimentos de fluxo desde a zona de injeção até à última zona a encher, o processo viável para industrialização tendo em conta a cadência e a exigência do acabamento ou a possibilidade de ter a zona de injeção à peça situada numa zona escondida do utilizador. Outros fatores são ainda o número de cavidades e as dimensões do molde. Neste caso dada a semelhança da peça com outras peças do tipo foi adotada uma injeção em lâmina no centro da peça. Desta forma definida a injeção de acordo com a imagem da Fig.34, sendo a injeção voltada para o centro de molde constituído por uma cavidade para a peça do *pilar A* esquerdo e outra cavidade para o *pilar A* direito. Caso sejam espectáveis zonas de difícil enchimento devem ser



previstos por exemplo postigos para escape de gases (frisos altos ou zonas onde esteja prevista acumulação de gases)



*Fig.34. Localização do ponto de injeção no Pilar A (exemplo escolhido)*

#### **5.1.12 Especificação das ferramentas molde**

Nesta fase o Pilar já se encontra completamente definido. O fornecedor selecionado é responsável pela construção da ferramenta molde do pilar A, de acordo com as especificações da equipa de projeto. São realizados os ensaios necessários até aprovação do produto e molde. A partir desta fase a peça e o molde deixam de estar sob a responsabilidade e seguimento das equipas de projeto. O molde é entregue no local definido e a produção série dá seguimento direto às necessidades de peças do cliente.





## 6 Análise crítica das soluções apresentadas com as informações disponíveis na bibliografia e estudadas no meio académico.

### 6.1 Análise SWOT

A análise SWOT (*Strengths - Weaknesses – Opportunities – Threats*) é citada no Guia PMBOK como um das principais ferramentas para identificar os riscos em projetos, mas também é utilizada em larga escala por ajudar a apresentar as Forças – Fraquezas – Oportunidades e Ameaças de qualquer iniciativa.

Iremos usar esta ferramenta para analisar as soluções que auxiliam o processo de gestão e desenvolvimento do percurso dos projetos apresentados. Começamos por analisar a ferramenta que foi apresentada no estado da arte e a sua adaptação ao contexto real de trabalho na Simoldes.

Tabela 5. Análise SWOT PMBOK

Forças	Fraquezas
<ul style="list-style-type: none"><li>- O guia do PMBOK é uma referência a nível internacional, utilizada em diversos tipos de industriais e projetos de diversas naturezas.</li><li>- Orienta e canaliza o projeto subdividindo-o em processos mais concretos e exequíveis.</li><li>- Indica o conhecimento necessário para controlar o ciclo de vida de todo o projeto, programa e documentação dos seus processos.</li><li>- Define para cada processo a entrada (<i>input</i>), as ferramentas, as técnicas e a saída esperada e necessária para o processo seguinte (<i>output</i>).</li><li>- Contém um conjunto de conhecimentos gerais que pode ser adaptado a qualquer indústria e sobre ele construir mais e melhores práticas específicas para sua área de aplicação.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Complexo para projetos pequenos.</li><li>- Os conhecimentos e ferramentas gerais disponibilizadas têm que ser adaptados à indústria, à área de aplicação, o tamanho e o espaço do projeto, o tempo, o orçamento e os requisitos de qualidade.</li><li>- Não define o que especificamente deve ser feito em cada processo, só define linhas gerais orientadoras.</li><li>- Não define quem é responsável pelo quê em cada processo.</li></ul>
Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none"><li>- Dado o carácter genérico dos conhecimentos do PMBOK, significa não só que é aplicável a qualquer tipo de indústria e cultura do projeto, mas também que é adaptável a qualquer tipo de espaço. Confere assim uma maior flexibilidade.</li><li>- Além disso esta flexibilidade pode ser usada para explorar diferentes tipos de projetos e mercados. Um situação muito atual é a crise no mercado automóvel, isto traz a liberdade à empresa para explorar outros mercados.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- A pouca especificidade do PMBOK traz consigo críticas quanto à sua falta de metodologia concreta (quem faz o quê, como e quando). Abrindo espaço para ferramentas que se aproximam mais desta abordagem: SCRUM [4], Kanban [5].</li></ul>



Tabela 6. Análise SWOT Sistema Simoldes (SPPS)

Forças	Fraquezas
<ul style="list-style-type: none"><li>- O sistema de gestão está intimamente ligado à atividade da empresa relativamente a projetos de injeção de plásticos para a indústria automóvel.</li><li>- Estabelece documentos base – fichas técnicas para orientação de processos e define fichas de instrução para facilitar a utilização e convergência na execução de processos.</li><li>- Fluxos de trabalho bem definidos.</li><li>- Esforço contínuo em definir claramente responsabilidades para os vários processos.</li><li>- Adaptar ao timing do cliente todo o fluxo interno do projeto na organização incluindo relação com fornecedores.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- A intrincada rede de documentos associada aos procedimentos torna difícil e demorada a execução de tarefas simples.</li><li>- Metodologia rígida de difícil adaptação face aos diferentes tipos e naturezas dos projetos.</li><li>- Processos facilmente bloqueáveis devido às responsabilidades/validações passarem de departamento em departamento até conclusão.</li><li>- Alterações ao produto e respetivos meios produtivos afetam consideravelmente o fluxo entre <i>key releases</i>.</li><li>- Dada a complexidade do sistema exige formação específica para os intervenientes.</li></ul>
Oportunidades	Ameaças
<p>Formar, aumentando competências dos elementos ativos no processo do SPPS.</p> <p>Maior troca de informação/documentação entre projetos, potenciando a propagação das melhorias conseguidas nas equipas pela organização.</p> <p>Uso do feedback recolhido para adaptar a estrutura da empresa às necessidades dos projetos eliminando tarefas com menor valor acrescentado.</p> <p>Usar as lições aprendidas na sistematização do sistema SPPS, flexibilizando-o para mercados, produtos e tecnologias distintos.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Perda de flexibilidade nos projetos frente aos clientes.</li><li>-Perda de competitividade devido a custos com controlo e gestão internas.</li><li>-Inercia na implementação de novas formas de trabalhar dada complexidade e especificidade do sistema.</li><li>- Saída de conhecimentos e experiência adquiridos, “Know how” na adaptação dos produtos de acordo com standarização interna aquando desenvolvimento no exterior.</li></ul>



## 7 Conclusões

As empresas mais competitivas, como é o caso da Simoldes no mercado da produção de peças plásticas, reconhecem na gestão de projetos uma metodologia adequada à gestão da mudança. Mais especificamente na implementação de estratégias que assegurem a inovação permanente, a flexibilidade e a agilidade, reconhecendo-os como fatores determinantes para a competitividade na economia atual.

Ao longo deste documento foram analisados dois sistemas para a gestão de projetos, um externo à Simoldes – PMBOK e outro desenvolvido internamente na empresa – SPPS. Pudemos avaliar os processos e ferramentas existentes na empresa em todo o ciclo do projeto, desde o momento da adjudicação, desenvolvimento, validação até à produção em série.

Comparativamente três das fraquezas detetadas na análise SWOT ao sistema PMBOK, são reconhecidas como forças na análise efetuada ao SPPS. Ou seja, o contexto geral do PMBOK e falta de ferramentas específicas para a indústria, processos e responsabilidades acabam por dar protagonismo ao sistema SPPS, já que este foi desenvolvido especificamente para projetos de injeção de plásticos para a indústria automóvel e todos os fluxos e competências nas diversas fases estão bem definidos.

A análise comparativa entre os dois sistemas de gestão de projetos evidenciou algumas questões que considero ser fundamentais no que toca a de forma a reduzir custos, tempo e propiciar ganho de produtividade e de qualidade, além de atender as exigências dos clientes.

Um aspeto que nos dois sistemas acaba por ser revelar crítico é a sua complexidade quando falamos de projetos de menor dimensão e de natureza mais simples. Em ambos os sistemas o projeto é avaliado nos mesmos parâmetros de processos e subprocessos independentemente da sua dimensão. Uma simplificação do processo geral poderia ser considerada nestes casos.

Quanto às oportunidades detetadas no PMBOK no que respeita à sua adaptabilidade a diversos contextos e projetos de diversas naturezas, que abrem portas para a outros tipos de projetos e mercados para a empresa. Estas poderiam ser também práticas a serem adaptadas pelo SPPS flexibilizando-o para mercados, produtos distintos por exemplo simplificando as etapas e criando cheklists específicas de validação de produto considerando outras tecnologias.

O SPPS revela-se como um método claro para desenvolvimento de projetos, mas que devido à sua complexidade exige formação específica no entendimento dos seus processos e uso das suas ferramentas. O processo de melhoria poderia contemplar a formação dos elementos das equipas de projeto, aumentando as competências dos elementos ativos no processo do SPPS. A sensibilização para o uso da ferramenta contribuindo para um aumento na quantidade e qualidade do feedback da aplicação da metodologia. Confirmando-se a eficiência das melhorias aplicadas e evidenciando-se fraquezas e dificuldades na implementação da metodologia.



Em baixo identifico alguns aspetos para o processo de melhoria do SPPS:

Fusão de sistemas que permitam que a informação base usada em vários documentos seja partilhada a partir de um único local de introdução, prevenindo a necessidade da repetição de informação por vários documentos, geridos de modo manual, que aumentam a carga de tarefas sem valor acrescentado nas equipas de projeto e organização em geral.

Libertar as equipas de projeto de atividades logísticas na fase que antecede o SOP, pois estas dificultam a execução de tarefas prioritárias em caso de atraso na entrega do projeto no local final para produção.

Uma solução para simplificar o uso da metodologia SPPS e evitar replicação da informação, consumo de tempo e recursos, tornando-a mais usável é informatizar todo o sistema de forma a criar uma ferramenta de apoio ao processo de gestão do projeto. A mais valia é que essa ferramenta conseguisse fundir e centralizar num só sistema as atuais funcionalidades do SGE e SGP e se possível o Xpert.



## 8 Referências Bibliográficas

- [1] PMI, “PMBOK 3ª Ed, Um guia do conhecimento em gestão de projetos”, Project Management Institute, 2004.
- [2] P. Tavares (2012), “EDFOR – o carro de um Piloto”, Blog AutoEntusiastas, ultima vez consultado em 29 de Outubro de 2013, [http://autoentusiastas.blogspot.pt/2012/09/edfor-o-carro-de-um-piloto\\_5.html](http://autoentusiastas.blogspot.pt/2012/09/edfor-o-carro-de-um-piloto_5.html)
- [3] AFIA, Associação de Fabricantes para a Industria Automóvel, “Estatísticas 2012”, última vez consultado em 29 de Outubro de 2013, <http://www.afia.pt/images/stories/201310220132pt.pdf>
- [4] Schwaber, Ken. “Agile Project Management with Scrum”. Microsoft Press, 2004.
- [5] Pace, João Henrique. “O Kanban na prática”. Qualitymark, 2003.
- [6] Simoldes Plásticos, ultima vez consultado em 29 de Outubro de 2013, <http://www.simoldes.com/plastics/ReD.html>
- [7] Moldflow Corporation, 2012- <http://wikihelp.autodesk.com>
- [8] R. Stewart, “Automotive Plastics”, Plastics Engineering, 2003.
- [9] Cunha, A. Moldação por Injecção e Materiais Plásticos. Manual Do Projectista para Moldes de Injecção de Plástico. Centimfe, 2003.
- [10] FEMEA, “Potencial Failure Mode and Effects Analysis”, Reference manual, Fourth edition, 2008.
- [11] Grupo Simoldes, Manual de Acolhimento. Simoldes, 2012
- [12] Grupo Simoldes, Manual dos Sistemas de Gestão. Simoldes, 2012.
- [13] Grupo Simoldes, Caderno Técnico. Simoldes, 2012.



## 9 Anexos

Página intencionalmente deixada em branco



## 9.1 Anexo A

Tabela 7. Exemplo de registo para verificação de *dossiers*

	Nº Molde:	7108	7311	7398	7571	7523	7477	7502	7101	7278	7034
01	Ficha de Controlo Geral	s	s	s	s	s	s	s	f		f
02	Desenho 2D Desenho 3D	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
03		na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
	Step / IGS	s	s	s	s	s	s	s	s		s
04	Lista de materiais	s	s	s	s	s	s	s	s		s
05	Esquema Eléctrico - SI	s	s	s	s	f	f	f	s		s
06	Esquema Eléctrico - Micros	f	f	f	f	s	s	s	f		f
07	Esquema Hidráulico	s	s	s	s	s	s	s	s		s
08	Esquemas da Refrigeração	s	s	s	s	s	s	s	s		s
09	Esquema Pneumático	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
10	Esquema da Cinemática	s	s	s	s	s	s	s	s		s
11	Certificados de Aços	s	s	s	s	na	na	s	na	na	na
12	Certificados de Tratamentos Térmicos	s	s	s	s	s	s	f	s		s
13	Documento com as transformações	s	s	s	s	s	s	s	s		s
14	Desenhos, Esquemas, L.	s	s	s	s	f	f	f	s	s	s
15	Materiais e Certificados de Cilindros Hidráulicos	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
16	Garantia	s	s	s	s	f	f	f	f		f
17	Documento com as zonas soldadas	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
18	Manual de Utilização	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
19		na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
20	Lista de Peças com Desgaste Prematuro	s	s	s	s	s	s	s	s		s
		na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
	Dossier do molde arquivado SGE	s	s	s	s	s	s	s	s	f	s

Legenda

F - Item em Falta

S - Item presente

na - Item não aplicável

Nota: Os numeros molde apresentados nesta tabela são fictícios



## 9.2 Anexo B

Tabela 8. Relação entre tipos de textura, profundidade e saídas mínimas

Ref. Moldtech	altura (mm)	Saída mínima	Ref. Moldtech	altura (mm)	Saída mínima	Ref. Moldtech	altura (mm)	Saída mínima
K 7000G	0,01 env.	2°	MT 4090	0,1	6°30'	MT 4176	0,16	7° (*)
MT 1590	0,06	4,5°	MT 2260	0,04	4°30'	MT 9051	0,03	4° (*)
MT 1615	0,06	4,5°	MT 2625	0,13	8°	MT 4155	0,16	7° (*)
MT 23075	0,04	3,5°	MT 23022	0,06	4,5°	MT 4193	0,01	3° (*)
MT 1015	0,13	8°	15PP89	0,09	6°	MT 4192	0,17	6° (*)
MT 1599	0,1	6,5°	MT 4001	0,12	7,5°	MT 10 225	0,14	8,5 °
MT 1013	0,08	5,5°	MT 1145	0,15	9°	MT 10 626	0,16	6° (*)
MT 1648	0,06	4,5°	MT 23053	0,06	4,5°	MT 4195	0,35	6° (*)
MT 1138	0,13	8°	MT 2662	0,2	11,5°	MT 9685	0,15	7° (*)
MT 1007	0,08	5,5°	MT 23006	0,04	3,5°	MT 10 229	0,15	6° (*)
MT 1980	0,06	4,5°	MT 2674	0,12	7,5°	MT 10 303	0,12	7° (*)
MT 1146	0,1	6,5°	MT 8098	0,06	4,5°	MT 10 299	0,14	5° (*)
MT 1953	0,1	6,5°	MT 1555	0,19	11°	MT 10 272	0,35	20 °
MT 1142	0,04	3,5°	MT 4050	0,09	6°	MT 10 279	0,11	7,5 °
MT 2803	0,17	8,5°	MT 4094	0,12 med.	7,5°	MT 10 254	0,18	6,5 ° (*)
MT 1952	0,03	3°	MT 4119	0,15 med.	7,5°	MT 10 315	0,37	20 °
MT 1019	0,08	5,5°	MT 4101	0,10 med.	6° (*)	MT 10 347	0,12	7° (*)
K 5024G	0,02	2,5°	MT 4101	0,14	8,5 °	MT 10 093	0,12	7,5 °
MT 23005	0,05	4°	MT 4132	0,12 med.	7° (*)	MT 10 340	0,12	7°
MT 4038	0,09	6°	MT 4143	0,11 max.	6,5°	MT 10 377	0,125	8°
MT 4039	0,09	6°	MT 4137	0,02	2,5°	MT 10 330	0,35	20°
MT 4067	0,02 max.	2,5°	MT 4117	0,035	3,5°	MT 10 612	0,16	7° (*)
MT 4077	0,12	7,5°	MT 4119	0,2	7,5°	MT 10 359	0,17	10°
MT 4076	0,22	12,5°	MT 4144	0,08 a 0,12	7° (*)	MT 10 618	0,1	7 °
MT 4065	0,03	3°	MT 4177	0,14	8°	MT 10 604	0,24	12,5° (*)
MT 4099	0,2	11,5°	MT 4196	0,13	8°	MT 21 000	0,3	20 °
MT 4178	0,07	5°	MT 10 358	0,09	4,5° (*)			

Os valores apresentados correspondem a texturas da Mold-Tech, existem variadíssimos tipos de texturas incluindo texturas específicas por grupos de marcas automóveis, Texturas Volkswagen, PSA Peugeot Citroën, etc.





## 9.3 Anexo C

### 9.3.1 Bi-injeção e combinação de materiais como sobremoldagem

Tabela 9. Compatibilidade entre materiais para processos de injeção

	ABS	ASA	CA	EVA	PA 6	PA 6.5	PC	PE-HD	PE-LD	PMMA	POM	PP	PPO	PS-GP	PS-HI	PBTP	TPU	PVC-W	SAN	TPR	PETP	PVAC	PPSU	PC-PBTP	PC-ABS
ABS	+	+	+				+	O	O	+		O	O	O	O	+	+	+	+		+	-		+	+
ASA	+	+	+	+			+	O	O	+		O	O	O	O	+	+	+	+			+		+	+
CA	+	+	+	-				O	O			O	O	O	O	+	+	+	+						
EVA		+	-	+				+	+			+		+			O	O							
PA 6					+	+	-	-	-			-		O	O		+								
PA 6.5					+	+		-	-			-		O	O		+								
PC	+	+				-	+	O	O	-		O		O	O	+	+	+	+		+		+	+	+
PE-HD	O	O	O	+	-	-	O	+	+	-		O		O	O	O	O	-	O					O	O
PE-LD	O	O	O	+	-	-	O	+	+	-	-	+		O	O	O	O		O					O	O
PMMA	+	+					-	-	-	+		-		O	O			+	+						
POM								-	-		+	-		O	O										
PP	O	O	O	+	-	-	O	O	+	-	-	+	-	O	O	O	O	-	O	+				O	O
PPO	O	O	O									-	+	+	+	+	O	O	O	O				O	O
PS-GP	O	O	O	+	O	O	O	O	O	O	O	O	+	+	+	+	O	O	-	O				O	O
PS-HI	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	+	+	+	+	O	O	-	O				O	O
PBTP	+	+	+				+	O	O			O	O	O	O	+	+	+	+		+				
TPU	+	+	+	O	+	+	+	O	O			O	O	O	O	+	+	+	+		+				
PVC-W	+	+	+	O			+	-		+		-	O	-	-	+	+	+	+						+
SAN	+	+	+				+	O	O	+		O	O	O	O	+	+	+	+		+	-		+	+
TPA											+									+					
PETP	+						+									+	+		+		+			+	+
PVAC	-	-																-				+			
PPSU							+																+		
PC-PBTP	+	+					+	O	O			O	O	O	O				+		+			+	
PC-ABS	+	+					+	O	O			O	O	O	O			+	+		+				+

Combinação de materiais:

Nota: recomenda-se que se consultem os fabricantes dos materiais

+	Boa união
-	Má união
O	Não existe união



## 9.4 Anexo D

### 9.4.1 Soldadura e compatibilidade de materiais

Tabela 10. Compatibilidade entre materiais para processos de soldadura

	P.S.	S.A.N.	A.B.S.	NORIL	POLIACETAL	P.M.A.	ACETATO DE CELULOSE	POLIAMIDA	P.C.	POLIESTER	PE	PP	P.V.C	DURACON	DELRIN
P.S. Poliestireno	+			-											
S.A.N.		+	-			-									
A.B.S.			+			-			-				-		
NORIL	-			+											
POLIACETAL					+										
P.M.M.A. (Acrílico)			-			+			-				-		
ACETATO DE CELULOSE							+								
POLIAMIDA (Nylon)								+							
P.C. (Policarbonato)			-			-			+				-		
POLIESTER										+					
PE (Policarbonato)											+				
PP (Polipropileno)												+			
P.V.C			-			-			-				+		
DURACON (Celcon)														+	-
DELRIN														-	+

+

Compatibilidade Total (Excelente)

-

Compatibilidade Parcial (Boa)

Nenhuma compatibilidade



Página intencionalmente deixada em branco